

T.C.
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KAPANIŞ KAYIT MATERYALLERİNİN HASSASİYET VE
GÜVENİLİRLİĞİNİN, KONVANSİYONEL ARTİKÜLATÖRE ALMA VE
DİJİTAL ARTİKÜLATÖRE ALMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Ecem ESER

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Süleyman AGÜLOĞLU

İZMİR

Ocak 2021

T.C.

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KAPANIŞ KAYIT MATERYALLERİNİN HASSASİYET VE
GÜVENİLİRLİĞİNİN, KONVANSİYONEL ARTİKÜLATÖRE ALMA VE
DİJİTAL ARTİKÜLATÖRE ALMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
Dt. Ecem ESER

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Süleyman AGÜLOĞLU

İZMİR
Ocak 2021

Bu tez İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2020-
TDU-DİŞF-0007 numaralı proje ile desteklenmiştir.

T.C.

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

TEZ ADI

FARKLI KAPANIŞ KAYIT MATERYALLERİNİN HASSASİYET VE
GÜVENİLİRLİĞİNİN, KONVANSİYONEL ARTİKÜLATÖRE ALMA VE
DİJİTAL ERTİKÜLATÖRE ALMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

TEZİ HAZIRLAYAN

Dt. Ecem ESER

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Uzmanlık Programı çerçevesinde
yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından “Diş Hekimliği’nde
Uzmanlık Tezi” olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 12/01/2021

BAŞKAN

İmza

..... Üniversitesi

ÜYE

İmza

..... Üniversitesi

ÜYE

İmza

..... Üniversitesi

ÜYE

İmza

..... Üniversitesi

ÜYE

İmza

..... Üniversitesi

ÖNSÖZ

Protetik Diş Tedavisi uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince bana destek olan, karşılaştığım tüm engellerde cömertlikle sunduğu bilgisi ve tecrübesinden yardım aldığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Süleyman Ağuloğlu'na,

Uzmanlık eğitimim süresince klinik ve akademik çalışmalarında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Bora Bağış, Prof. Dr. Münir Tolga Yücel, Doç. Dr. Ender Akan ve Dr. Öğr. Üyesi Özlem Çölgeçen'e

Uzmanlık eğitimim boyunca sadece meslektaş olarak değil, dostlukları ile de yanımda olduklarını hissettiğim birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma ve bölümümüz çalışanlarına,

Hayatımın farklı dönemlerinde tanıdığım, iyi günümde ve kötü günümde yanımda olan dostlarım Ezgi Parmak, Hatice Sağlam, Arzu Şükran İncioğlu, İrem Özkan ve Zehra Bilgi Koşar ve Oytun Kutsal'a,

Bugün bulunduğum konuma gelmemde en büyük paya sahip olan, beni emek emek büyüten ve attığım her adımda bana destek olan, hedeflerimi ve fikirlerimi saygı ve hoşgörü ile destekleyen, daha büyük başarılarla ulaşmam için yüreklendiren ve hayatta her şeyden çok mutluluğumu dilediklerini bildiğim canım aileme teşekkür ederim.

Ocak 2021

Ecem ESER

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
RESİMLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Artikülatörler.....	3
2.2. Yüz Arkı.....	4
2.3. Sentrik İlişki	6
2.3.1. Sentrik ilişkinin tanımı ve tarihçesi	6
2.3.2. Sentrik ilişkinin önemi ve klinik uygulamalardaki yeri	7
2.3.3. Kondilleri sentrik ilişki pozisyonuna yönlendirmek için kullanılan yöntemler.....	8
2.3.4. Sentrik İlişkinin Kaydedilmesinde Kullanılan Yöntemler	14
2.3.5. Sentrik ilişkinin hatalı kaydedilmesi durumunda oluşabilecek sorunlar.....	15
2.4. İnterokluzal Kayıt Materyalleri.....	16

2.4.1.	Rijit interokluzal kayıt materyalleri.....	17
2.4.2.	Elastomerik interokluzal kayıt materyalleri	19
2.5.	Sabit Protezlerde Kullanılan Ölçü Materyalleri.....	20
2.5.1.	Hidrokolloid ölçü materyalleri	21
2.5.2.	Elastomerik ölçü materyalleri.....	21
2.6.	Sabit Protezlerde Konvansiyonel Ölçü Teknikleri.....	23
2.6.1.	İki aşamalı (tek karıştırma) ölçü yöntemi.....	23
2.6.2.	Tek aşamalı (ikili karıştırma) ölçü yöntemi	24
2.6.3.	Double ark ölçü tekniği	24
2.7.	Sabit Protezlerde Dijital Ölçü Yöntemleri	25
2.7.1.	Ağız dışı tarayıcılar (indirekt tarayıcılar)	26
2.7.2.	Ağız içi tarayıcılar	27
3.	MATERYAL VE METOT	34
3.1.	Deney Gruplarının Oluşturulması	35
3.2.	Ana Modelin Hazırlanması	35
3.2.1.	Ana Modelin Artikülatöre Alınması.....	35
3.2.2.	Dişlerin preparasyonu.....	36
3.3.	Ölçülerin Alınması	38

3.4.	İnterokluzal Kayıtların Hazırlanması.....	39
3.4.1.	Kullanılan interokluzal kayıt materyallerinin özellikleri.....	40
3.5.	Dijital Tarama ve Artikülatöre Alma	41
3.6.	Model Eldesi ve Artikülatöre Alma	43
4.	BULGULAR.....	47
4.1.	Standardize Noktalar Arası Yapılan Ölçümler	47
5.	TARTIŞMA	62
6.	SONUÇLAR.....	81
7.	ÖZET.....	83

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

3D.....	Üç boyutlu
ABO.....	American Board of Orthodontics
ANOVA.....	Analysis Of Variance
Cad-Cam.....	Bilgisayar destekli tasarım-Bilgisayar destekli üretim
CO.....	Centric Occlusion
g.....	Gram
HPP.....	Yüksek performanslı polimer
IQR.....	Interquartile range
ml.....	Mililitre
mm.....	Milimetre
MPa.....	Megapaskal
N.....	Örnek sayısı
p.....	Anlamlılık
PVS.....	Polivinil siloksan
RUM.....	Rearmost, upper- most, midmost
SD.....	Standart Deviasyon
SPSS.....	Sosyal bilimler için istatistik programı
STL.....	Stereolithografi
STL dosyası.....	StereoLithography format dosyası
TME.....	Temporomandibular eklem
°C.....	Santigrat derece
µm.....	Mikrometre
%.....	Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Pasif üçgenleştirme yöntemi.....	29
Şekil 2: 2D Aktif üçgenleme sistemi.	30
Şekil 3: Konfokal mikroskobu çalışma prensibi.	32
Şekil 4: Active wavefront sampling (ACS).	33
Şekil 5: 26-36 bölgesi interaksiyon grafiği.	51
Şekil 6: 23-33 bölgesi interaksiyon grafiği.	52
Şekil 7: 13-43 bölgesi interaksiyon grafiği.	53
Şekil 8: 16-46 bölgesi interaksiyon grafiği.	54
Şekil 9: 26-36 bölgesi boxplot grafiği.....	57
Şekil 10: 23-33 bölgesi boxplot grafiği.....	58
Şekil 11: 13-43 bölgesi boxplot grafiği.....	59
Şekil 12: 16-46 bölgesi boxplot grafiği.....	60

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Fantom çalışma modeli.....	35
Resim 2: Üst çalışma modelinin artikülatöre bağlanması.....	36
Resim 3: Alt çalışma modelinin artikülatöre bağlanması.....	36
Resim 4: Maksiller dişlerin preparasyonu.....	37
Resim 5: Ölçümlerin yapılacağı işaretlemeler.....	38
Resim 6: Putty-wash tekniği ile alınmış ölçüler.....	38
Resim 7: Çalışmada kullanılan kapanış kayıt materyalleri.....	39
Resim 8: Dental Wings iSeries ekstraoral tarayıcı.....	41
Resim 9: Silikon ölçülerin taranması.....	42
Resim 10: Occlufast Rock kapanış kayıt materyalinin taraması.....	42
Resim 11: Memosil 2 kapanış kayıt materyalinin taraması.....	42
Resim 12: Variotime Bite kapanış kayıt materyalinin taraması.....	43
Resim 13: Futar D kapanış kayıt materyalinin taraması.....	43
Resim 14: Mum kapanış kayıt materyalinin taraması.....	43
Resim 15: Occlufast Rock kapanış kayıt materyali.....	44
Resim 16: Memosil 2 kapanış kayıt materyali.....	44
Resim 17: Variotime Bite kapanış kayıt materyali.....	45
Resim 18: Futar D kapanış kayıt materyali.....	45
Resim 19: Mum kapanış kayıt materyali.....	45

Resim 20: Dijital kumpasla ölçümlerin yapılması. 46



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Deney grupları tablosu.....	35
Tablo 2: Tüm bölgeler için değişkenlerin karşılaştırılması, ANOVA testi sonuçları tablosu.	49
Tablo 3: 95% Confidence Interval for Mean.	50
Tablo 4: Tüm bölgeler için iki faktörlü özet varyans analizi tablosu.	51
Tablo 5: Grupların altın standarttan toplam ve ortalama uzaklıkları.	61



1. GİRİŞ

Dental oklüzyon, alt ve üst diş arklarının birbirine temas edecek şekilde karşı karşıya geldiği statik bir pozisyonudur. Bu karşılıklı temasların, çiğneme ve yutma gibi fizyolojik hareketler sırasında oluştuğu, anatomik ve biyomekanik sistemlerce düzenlenen durumlar bütünü ise fonksiyonel oklüzyon olarak tanımlanmaktadır¹.

Dişlerde çürük, kırık ve aşınma gibi sebeplerle restorasyon gereksinimi olduğunda ya da eksik diş veya dişlerin sabit ya da hareketli parsiyel protezlerle yerine konması planlandığında yapılacak olan restorasyonun morfolojisi, hastanın mevcut dişleri ve oklüzyonu ile uyum içerisinde olacak şekilde oluşturulur. Oklüzal rekonstrüksiyonun endike olduğuna karar verildiğinde ise, mandibula için doğru bir tedavi pozisyonu oluşturulmalıdır. Pek çok protetik diş tedavisi uzmanı, sentrik ilişki konumunun mandibula için en rahat, tekrarlanabilir, fizyolojik ve stabil olan pozisyon olduğunu düşündüğünden, amaç bu pozisyonla uyumlu bir oklüzyon sağlamak olmalıdır².

Restorasyonların indirekt yöntemle üretiminde dental modeller kullanılmaktadır. Bu modeller dişler ve diş çevre dokularını temsil ederek, tanı koyma ve tedavi planlaması için hekime bilgi verirler ve laboratuvar ortamında indirekt restorasyonlar hazırlanabilmesine olanak sunarlar. Ancak birbirleriyle doğru pozisyonda ilişkilendirilmemiş alt ve üst çene modelleri üzerinde hastanın mevcut oklüzyonu ile uyumlu ya da önceden belirlenmiş bir dikey boyut ve horizontal ilişkide bitirilmiş bir restorasyon elde etmek mümkün değildir. Bu sebeple tespit edilen sentrik ilişkinin ve belirlenen dikey boyutun kaydedilerek laboratuvar ortamına aktarılması gerekmektedir. Bu kayıtların doğruluğu, restorasyonun başarısını önemli ölçüde etkilemektedir ve hekimin hasta başında geçirdiği süreyi azaltmada büyük bir rol oynamaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (Computer-aided design/computer-aided manufacturing, CAD/CAM) sistemlerinin gelişmesiyle, dişler ve diş çevre dokularının duplike edilmesi ve interoklüzal ilişkinin kaydedilmesinde dijital yöntemlerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak literatürde dijital ve konvansiyonel yöntemlerin hassasiyet ve güvenilirliklerinin karşılaştırıldığı ve mevcut

materyallerin dijital yönteme uygunluğunun değerlendirildiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, CAD/CAM sistemlerinin yaygınlaşmasıyla değişmeye ve dijitalleşmeye başlayan iş akışını optimize etmek için, konvansiyonel artikülatöre alma yönteminde hali hazırda kullanılmakta olan interokluzal kayıt materyallerin dijital sürece uyumluluğunu ve dijital uygulamalara özel üretilmiş materyallerin etkinliğini değerlendirmek, aynı zamanda konvansiyonel ve dijital artikülatöre alma yöntemlerini karşılaştırmaktır.

Çalışmadan elde edilen sonuçların dijital ve konvansiyonel artikülatöre alma yöntemlerinin karşılaştırılması ve bu yöntemlere uygun interokluzal kayıt materyallerinin gereksinimlerinin belirlenmesi konularında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın sıfır hipotezi şunlardır:

- 1- Konvansiyonel ve dijital artikülatöre alma yöntemleri arasında boyutsal doğruluk açısından fark yoktur.
- 2- Farklı polivinil siloksan (PVS) interokluzal kayıt materyalleri arasında boyutsal doğruluk açısından fark yoktur.
- 3- PVS interokluzal kayıt materyalleri ve mum interokluzal kayıt materyalleri arasında boyutsal doğruluk açısından fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Artikülatörler

Artikülatör maksiller ve mandibular modellerinin bağlandığı, temporomandibular eklemi (TME) ve çeneleri temsil eden ve mandibula hareketlerini taklit etmeye yarayan bir ekipmandır³. Artikülatörlerin kullanımındaki temel ilke, posterior determinantların, TME'lerin ve bazı durumlarda anterior rehberliğin izledikleri yolların mekanik olarak kopyalanmasıdır. Bu yolların ve hareketlerin laboratuvar ortamına doğru şekilde aktarılması, bu hareketlerle uyumlu protezlerin üretilmesini mümkün kılmaktadır⁴. Özelliklerine göre artikülatörler 4 sınıfa ayrılmaktadır.

Sınıf 1 artikülatörler sadece statik interokluzal kayıtların aktarılabilirdiği ve sadece vertikal hareketin mümkün olduğu artikülatörlerdir³. Yüz arkı kaydını kabul etmezler. Çeneleri temsil eden parçalar birbirlerine bir menteşe yardımı ile bağlıdır, basit menteşe tipi artikülatörler olarak da adlandırılırlar⁵. Mandibula sentrik ilişkideyken terminal menteşe eksenli hareketi olarak adlandırılan saf rotasyon hareketi yapar ve bu hareket basit artikülatörlerle dahi kolaylıkla taklit edilebilir¹.

Sınıf 1 artikülatörler basit bir menteşe ve iki tutucu koldan oluşan küçük aletlerdir ve dişler ile aletin menteşe eksenli arasındaki mesafe genellikle kafatasında olduğundan daha kısa olmaktadır. Böyle küçük bir artikülatörde açma kapama hareketi sırasında bir dişin hareket ettiği yörüngesinin yarıçapı gerçekte olduğundan daha küçük olacaktır. Eğer modeller yükseltilmiş bir vertikal dikey boyutta artikülatöre alınacaksa, dişler artikülatörde, ağızda olduğundan daha farklı bir interkaspal ilişkide kapanışa gelecektir.

Sınıf 2 artikülatörler vertikal hareketin yanında horizontal harekete de izin verirler ancak bu hareketi TME'lerden bağımsız olarak gerçekleştirirler³. Çene modelleri ile eklemler ilişkilendirilemediğinden yüz arkı kaydını kabul etmezler.

Sınıf 3 artikülatörler (yarı ayarlanabilir artikülatörler) ortalama değerleri dikkate alarak kondillerin izledikleri yolları taklit ederler. Bu tip artikülatörler modellerin eklem göre konumlandırılmasına olanak sağlarlar ve arcon ya da non-arcon tarzda olabilirler³. Yüz arkı kayıtlarını kabul ederler. Sadece protrüziv kayıtları ve hem protrüziv hem de lateral kayıtları kabul edebilen alt sınıfları bulunmaktadır⁵.

Sınıf 4 artikülâtörler (tam ayarlanabilir artikülâtörler) 3 boyutlu dinamik interokluzal ilişki kaydını kabul edebilirler, modellerin eklemlere göre konumlandırılmasına izin verir ve mandibular hareketleri taklit edebilirler. Yüz arkı kayıtlarını kabul ederler³.

2.2. *Yüz Arkı*

Yüz arkları hastanın maksiller okluzal yüzeylelerinin antero-posterior ve medio-lateral yönlerdeki uzaysal konumunu, hastanın mandibulasının transvers yöndeki açma kapama hareketinin aksı ile ilişkilendirerek kaydetmeye yarar⁶.

Bir artikülâtörden mümkün olan en yüksek doğruluk derecesini elde edebilmek için, üzerine bağlanan alt ve üst çene modellerin artikülâtörün rotasyon eksenine olan uzaklığı, hastanın çenelerinin menteşe eksenine olan uzaklığına mümkün olduğunca yakın olmalıdır⁴. Çenelerin artikülâtörde ve hasta ağzında açma kapama hareketi sırasında çizdiği arkların yarıçapları birbirine ne kadar yakın olursa, artikülâtörün hasta ağzını taklit etmedeki başarısı o denli yüksek olmaktadır.

Menteşe eksenini tekrarlanabilir bir referans olarak artikülâtöre alma işleminde büyük önem taşır. Doğru bir transfer için, maksiller dişlerin menteşe eksenine ve kafatasından seçilen sabit bir nokta ile ilişkisinin artikülâtöre aktarılması gerekmektedir. Bu da, bu uzaysal ilişkileri kaydeden ve daha sonra maksiller modelin artikülâtöre alınması için kullanılan bir alet olan bir yüz arkı ile gerçekleştirilir⁴.

Kinematik ve arbitrary olmak üzere iki tür yüz arkı bulunmaktadır. Arbitrary yüz arklarının hassasiyeti kinematik tipten daha düşüktür, ancak çoğu rutin tedavi prosedürü için yeterli olduğu düşünülmektedir. Hastanın açma ve kapama hareketlerinin artikülâtör üzerinde tam olarak taklit edilmesinin çok önemli olduğu durumlarda ise kinematik yüz arkları tercih edilmektedir⁶.

Kinematik yüz arkının iki yan kol ve bir transvers parça olmak üzere üç komponenti bulunmaktadır. Çalışma prensibi yan kollarının uçlarında bulunan pinlerin tam olarak menteşe ekseninin üzerine yerleştirilmesiyle maksillanın uzaysal konumunun hassas bir şekilde kaydedilmesine dayanır.

Menteşe eksenini belirlemenin en doğru yolu McCollum ve Stuart tarafından 1921'de geliştirilen "deneme ve yanılma" yöntemidir. Kulak bölgesine uzanan yatay kolları olan aparat mandibular dişlere sabitlenir. Tragusun hemen önünde konumlanan

kolun ucundaki pinin altına, bir çizim kâğıdı yerleştirilir. Mandibula manipülasyonu ile kondiller glenoid fossaların içerisindeki artiküler diskleri ile en uygun konuma yerleştirilirler. Bu konumda hastaya 10 mm açma kapama hareketi yaptırılır. Hareket sırasında pin bir yayı izleyecektir. Pinin bir arkı izlemeyip, sadece kendi etrafında rotasyon hareketi yaptığı gözlemlenene kadar, kol yukarı, aşağı, ileri veya geri hareket ettirilerek ayarlanır. Bu konum menteşe ekseninin konumudur ve tespit edildiğinde hastanın yüzüne işaretlenir⁴.

Arbitrary yüz arklarında menteşe ekseninin konumu ortalama değerler göz önünde bulundurularak, bir miktar hata payıyla kaydedilir. Genellikle yüz arkının stabilizasyonu için eksternal akustik meatus gibi belirgin anatomik noktalar referans kabul edilir. Stetoskobun kulağa giren kısımlarına benzeyen lateral kolların uçları dış kulak açıklığına yerleştirilerek yüz arkının stabilizasyonu sağlanır. Bu tür yüz arklarının uygulaması kolay olup hekim tek başına kolaylıkla kayıt alabilmektedir. Arbitrary yüz arklarıyla pek çok diagnostik ve restoratif işlem için yeterli hassasiyette kayıtlar alınabilmektedir ancak menteşe ekseninin pozisyonu 5 mm'lik bir hata payıyla belirlenmektedir ve bu hata payı okluzal vertikal boyutun yükseltilmesi için alınan kalın bir interokluzal kayıtle birleştiğinde göz ardı edilemeyecek bir uyumsuzluğa sebep olabilmektedir⁶.

Menteşe eksenini tespit edildikten sonra yüz arkının ısırma çatalının üzerine uygun görülen kayıt materyali uygulanır ve maksiller dişlerin kasp tepelerinin materyal içerisine gömülmesi sağlanır. Isırma çatalı konumuna sabitlendikten sonra pinler eksternal akustik açıklığa yerleştirilir, vidalar sıkılarak tüm parçalar sabitlendikten sonra yüz arkı çıkarılır ve artikülatöre aktarılır. Böylece maksillanın kafatasına göre olan konumu artikülatöre aynen aktarılmış olur. Hazırlanan sentrik ilişki kaydı kullanılarak artikülatöre sabitlenmiş maksiller model ile mandibular model birbirleriyle ilişkilendirilir. Maksiller model yüz arkı kullanılarak menteşe ekseniiyle doğru şekilde ilişkilendirildiyse ve sentrik ilişki kaydı doğru alındıysa modeller artikülatörde sentrik ilişki pozisyonunda kapanışa gelecektir⁶

2.3. *Sentrik İlişki*

2.3.1. *Sentrik ilişkinin tanımı ve tarihçesi*

Sentrik ilişki konsepti dişlerden bağımsız, tekrar edilebilir, fizyolojik ve güvenilir bir pozisyon arayışından doğmuş, diş hekimliğinin ve özellikle protetik diş tedavisi ana bilim dalının uzun yıllardır en çok tartıştığı konulardan biri haline gelmiştir. Birbiriyle çelişen pek çok tanımlamanın yapılması yıllar boyu kafa karışıklığına sebep olmuş ve dünya genelinde kabul gören tanım son yüzyıl içerisinde defalarca kez değiştirilmiştir⁷.

Hanau 1929 yılında sentik ilişkiyi, kondil başlarının glenoid fossa içerisindeki menisküse yaslandığı, çenelerin açıklığından bağımsız mandibula pozisyonu olarak tanımlamıştır. Bununla birlikte bu pozisyonun gergin ya da gergin olmayan bir pozisyon olabileceğini belirtmiştir⁸. 1934 yılında Niswonger sentrik ilişkiyi, ‘‘hastanın arka dişlerini sıkabileceği pozisyon’’ olarak tanımlamıştır⁹. 1946 yılında Thompson klinik prosedürlerin temelindeki bilgi eksikliğini fark edip bunun üzerine ‘‘Bazıları sentrik ilişki sırasında kondillerin fossa içerisinde en geri pozisyonda olduğuna inanmakta iken, diğerleri böyle olmadığını düşünmeye devam etti.’’ şeklinde bir söylemde bulunmuştur¹⁰. 1951 yılında Robinson mandibulanın sentrik ilişki olarak kabul edilebilecek noktanın ötesine, gergin ve geri bir pozisyona kadar itilebileceğini belirtmiştir¹¹.

Diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan terimlerin tanımlarını standartlaştırmak amacıyla The Academy of Prosthodontics, Glossary of Prosthodontic Terms’ü yayınlanmaktadır. İlk kez yayınlandığı 1956 tarihinden itibaren 9 kez revize edilmiş olan bu sözlüğün her güncellemesinde sentrik ilişki tanımı modifiye edilmiştir. The glossary of prosthodontic terms’teki en güncel tanım ise şu şekildedir; *Sentrik ilişki kondillerin, artiküler eminensle antero-süperior pozisyonda eklem yaptığı, diş kontaklarından bağımsız, maksillomandibular bir ilişkidir. Sentrik ilişki pozisyonunda mandibula saf rotasyon hareketiyle sınırlıdır. Hasta, bu serbest ve fizyolojik maksillomandibular pozisyondan başlayarak, vertikal, lateral ve protrüviz hareketler yapabilir. Klinik olarak faydalı, tekrar edilebilir bir referans pozisyonudur*³.

2.3.2. Sentrik ilişkinin önemi ve klinik uygulamalardaki yeri

Artiküler disk bikonkav yapıda olup kan damarı ve sinir dokusu içermez, aşırı basınçlara dayanıklıdır. Sağlıklı bir eklem ilişkisinde kondil başı artiküler diskin ortasına yerleşmelidir. Kondil başlarının ve artiküler eminensin antero-süperior kısmı kalın kortikal kemikten oluşmuştur ve aşırı basınçlara dayanım gösterir. Tüm bu bilgiler bir araya getirildiğinde artiküler disk arada konumlanırken, kondil başlarının artiküler eminensin antero-süperior yüzüne yaslandığı pozisyonun optimal kondil pozisyonu olduğunu anlaşılmaktadır⁵.

Protetik diş tedavisinde sentrik ilişki (CR), hastanın mevcut oklüzyonun restorasyonunda veya modifikasyonunda eğitimsel ve klinik anlamlarda büyük önem taşımaktadır. Dental referansın patolojik olduğu, eksik olduğu veya hiç olmadığı durumlarda, dişlerden bağımsız bir referans pozisyonu görevi yapar.

Mümkün olan tüm mandibular pozisyonlar arasından iki tanesi sistematik bir şekilde bulunabilir ve güvenilir bir şekilde tekrarlanabilir. Bunlardan biri maksimum interkaspal pozisyon, diğeri ise sentrik ilişki pozisyonudur.

Maksimum interkaspasyon karşıt arklardaki dişlerin maksimum yüzey ve sayıda birbirine temas ettiği, eklemden bağımsız bir durumdur. Sentrik ilişki ise eklemsel bir referanstır. Eklem ve eklemle ilişkili kassal yapıların stabil ve konforlu olduğu bir pozisyonudur ve bu da manducatory apparatus'un (çiğneme makinası) uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlar¹. Artiküler gerilim veya kas asimetrisi içermeyen, oklüzyon sırasında eklem iletilen yüklerin patojenik olmadığı bir pozisyonudur ve bu pozisyon mandibular hareketler için sağlıklı bir başlangıç noktasıdır¹².

Mandibulanın oklüzyondaki pozisyonu dişler tarafından, yani mandibular ve maksiller dişlerin örtüşmesi ile belirlenir. Tam dişsizlikte ya da yeterli karşılıklı kontakların olmadığı, vertikal stop'un kaybolduğu durumlarda, mandibular pozisyon güvenilir değildir ve laboratuvar ortamına sağlıklı bir şekilde aktarılabilmesi mümkün değildir. Oklüzyonun yeniden inşa edileceği öngörüldüğünde, hasta için rahat olan, fizyolojik, hasta tarafından ve artikülatörde tekrar edilebilen bir mandibular pozisyonun kaydedilmesi gerekmektedir¹.

Sentrik ilişki dişlerden bağımsız, eklemesel bir pozisyon olduğu için hem dişli hem dişsiz hastalarda elde edilmeye çalışılan eklemesel ilişki aynıdır ancak anatomik farklılıklardan dolayı tespit ve kayıt yöntemleri farklılık göstermektedir.

2.3.3. Kondilleri sentrik ilişki pozisyonuna yönlendirmek için kullanılan yöntemler

Hastayı sentrik ilişki pozisyonuna yönlendirmede kullanılan tekniklerin bir kısmında hekim çeneyi kuvvet uygulayarak yönlendirirken, diğer bir kısmında hekim fiziksel olarak müdahil olmadan, hastaya yapması gereken hareketleri anlatarak hastayı yönlendirir. Hekimin fiziksel olarak rehberlik etmediği kasların fizyolojik aktivitesiyle elde edilen bu pozisyona kassal pozisyon adı verilmektedir.

Çene ucu rehberliği

1970 li yıllarda popülerite kazanan çene ucu rehberliği yönteminde hekim baş parmağını çene ucuna dayayarak mandibulayı geriye doğru ittirir. Sentrik ilişki tanımının değişmesiyle kullanımı azalan bu teknik yerini Dawson'un bilateral manipülasyon tekniğine bırakmıştır.

Sentrik ilişkinin tespitinde çene ucu manipülasyonu yönteminden ilk olarak McCollum 1922 yılında menteşe ekseninin sentrik ilişki kayıtlarındaki önemini öne sürdüğünde bahsetmiştir¹³. İnterokluzal kayıtların güvenliğini sağlamada, mandibulanın geri pozisyonda konumlandırılması için çene ucu rehberliği yönteminin kullanılmasını önermiştir.

Sentrik ilişkinin eski tanımları, kondillerin fossa içerisindeki en arka pozisyonunu içeriyordu. Bu dönemde kondil, çene ucu rehberliği yöntemi kullanılarak glenoid fossa içindeki en arka, en üst ve en orta (RUM) pozisyonuna zorlayarak itilmeye çalışılırdı. Ancak kondiller geriye doğru itildiğinde artiküler diskin ortasındaki fizyolojik konumuna değil, diskin arkasındaki vasküler dokudan zengin ve inervasyonu yoğun bir bölge olan retrodiskal dokular üzerine oturtulup bu bölgeye baskı uygulayabilmektedir. Bu durum, temporomandibular ligamentin iç, horizontal liflerinin ileri derecede travmatize olduğu ve bu sebeple kondili daha anteriorda ve fizyolojik bir pozisyonda konumlanması için destekleyemediğinde ortaya çıkabilmektedir. Günümüzde bunun fizyolojik bir pozisyon olmaktan ziyade, TME'de

gereksiz gerginlik yaratabilecek anormal, zorlanmış bir pozisyon olduğu düşünülmektedir. Böyle bir durumda disk anterior yönde yer değiştirir ve genellikle hasta açıp kapatırken “klik” sesi duyulur⁴.

Bilateral manipülasyon

Bu teknik ilk olarak 1974 yılında Dawson tarafından önerilmiştir. Tekniğin uygulanması sırasında hasta yatar pozisyonda, çene ucu yukarı bakar şekilde olmalıdır. Çene ucunun yukarı bakması hastanın başını, hekimin kondilleri sentrik ilişki pozisyonuna yönlendirmesini kolaylaştıran bir pozisyona getirir. Hekim hastanın arkasına geçerek iki elinin dörder parmağını, serçe parmaklar angulusun arkasında olacak şekilde mandibulanın alt sınırına yerleştirir. Parmakların yumuşak doku değil, kemik üzerine yerleştirilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Daha sonra baş parmaklar birbirine değecek şekilde alt dudak ve çene ucu arasına, mandibular simfiz üzerine yerleştirilir. Mandibulanın alt sınırında ve angulusun arkasında yerleşmiş parmaklar ile yukarı yönde bir kuvvet uygulanırken, çene ucuna yerleştirilen baş parmaklar ile çene ucuna aşağı ve geri yönde kuvvet uygulanır. Tüm bu kuvvetlerin bileşkesiyle mandibular kondiller, artiküler eminensin posterior sınırıyla desteklenen fossa içerisindeki en anterosüperior pozisyona yerleşecek şekilde yönlendirilir¹⁴.

Tekniği öneren ve aynı zamanda fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniğini savunan araştırmacılar kondillerin her zaman yukarı yönde değil, hekim tarafından uygulanan posterior yöndeki baskı sonucunda fizyolojik sınırın daha gerisine ve TME'nin anatomik yapısı sebebiyle bir miktar da aşağı yönde yer değiştirebileceğini belirtmişlerdir. Bu klinik gözlem sonucunda ve Long'un¹⁵ da belirttiği üzere hekim tarafından uygulanan posterior yöndeki rehberlik dikkatli bir şekilde ve büyük bir özenle uygulanmalıdır¹⁶.

Sentrik ilişkinin kaydı sırasında kondilin fossa içerisindeki, süperiordaki pozisyonu çok önemlidir. Bilateral manipülasyon tekniğinde hekimin parmaklarının pozisyonlanması dolayısıyla mandibulaya yukarı yönde spesifik bir kuvvet uygularken aynı zamanda baş parmaklarıyla çene ucuna aşağı yönde kuvvet uygulayarak kondiller, fossa içerisindeki en üst pozisyona yerleştirilmeye çalışılır. Posteriora yönlendirme ise çok hafif denilecek miktarda yapılır¹⁶.

Kondiler prosesin yük taşıyan yüzeyi olan anterior yüzeyi, temporal kemiğin mandibular fossasıyla karşılıklı gelecek şekilde mandibula manipülasyonu yapılmalı, artiküler disk bu sırada iki yüzeyin arasında konumlanmalıdır⁶.

Dili yumuşak damağa götürme tekniği

Yasaki 1961 yılında tam protez yapımında sentrik ilişki tespiti için bu metottan bahsetmiştir¹⁷. Bu teknikte hastadan dilinin ucunu sert damağının üzerinden olabildiğince geriye, yumuşak damağına doğru götürmesi ve bu sırada yavaşça kapatması istenir. Dilin bu pozisyonunda alt çeneyi önde konumlandırmak oldukça zordur.

Yutkundurma tekniği

Tükürük yutma hareketi, sentrik ilişkinin ve dikey boyutun kaydedilmesinde belirleyici bir faktördür. Shanahan tarafından 1955 yılında önerilen bu teknikte hekim hastaya temas etmez, talimatlarla hastayı yönlendirir. Kayıt materyali arklar arasına yerleştirildikten sonra hastaya yutkunup beklemesi söylenir¹⁸. Tekrarlanan yutkunma hareketinde dil mandibulayı sentrik ilişki pozisyonuna iter¹⁹. Hastanın kaslarında var olabilecek asimetrilere dolaylı, bunun gibi hekimin rehberlik etmediği kayıtların güvenilirliği tartışmalıdır⁵.

Grafik kayıtlar

İlk grafik kayıt örnekleri Balkwill'in 1866 yılında mandibular hareketler üzerine yaptığı çalışmalara dayanmaktadır. İlk bilinen "needle point tracing" Hesse tarafından 1897 yılında uygulanmış, 1910 senesi dolaylarında Gysi tarafından geliştirilip yaygınlaştırılmıştır¹⁹.

Grafik kayıtları savunan pek çok araştırmacı, Gysi'nin gotik ark tasarımının üzerine kendi fikirlerini ekleyerek çeşitli modifikasyonlarını ortaya sunmuşlardır. Ancak check bite tekniğini savunan araştırmacılar bu yöntemin eşit basınç dağılımını sağlayamadığı, prognatik ya da retrognatik hastalarda kullanılamayacağı, hareketli yumuşak dokuların ya da büyük dilin kaidelerin yer değiştirmesine sebep olabileceği gibi çeşitli eleştirilerde bulunmuşlardır. Payne kayıt yönteminin klinik uygulamasının zor olduğunu ve çok fazla hasta kooperasyonu gerektirdiğini belirtmiştir. Granger

gotik ark çizimlerinin yeterince hassas olmadığını ve yalnızca yuvarlatılmış sonuçlar elde edilebildiğini belirtmiştir. Hanau ise Gysi'nin gotik ark kayıt yönteminin tatmin edici sonuçlar verdiğini ancak universal kullanımının yaygınlaşamayacağını belirtmiştir¹⁹

İntraoral ve ekstraoral tasarımları bulunan gotik ark, horizontal düzlemdeki mandibular sınır hareketlerini ve sentrik ilişkiyi saptamada kullanılır. Karşıt çenelere bağlanan çizici uç ve plaktan oluşan bu aparat, mandibulaya sınır hareketleri yaptırıldığında çizici ucun plak üzerinde bu hareketlere karşılık gelen çizimler yapması mantığı ile çalışarak, horizontal düzlemdeki mandibular sınır hareketlerinin kolaylıkla izlenebilmesini sağlar

Gotik ark protez terimleri sözlüğünün en güncel baskısında karşıt arklara bağlanan işaretleyici uç ve işaretleme plağından oluşan, ok başı ya da gotik ark şekillerin, temsil eden çizimler üreten bir cihaz olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte oluşan çizimin şeklinin işaretleyici uç ve işaretleme plağının konumuna göre değişkenlik gösterdiği ve şeklin apeks noktası mandibulanın sentrik ilişki konumunu işaret ettiği belirtilmiştir³.

Normalin dışındaki bir durumda veya hasta koopere olamadığında sentrik ilişkinin tespiti ve kaydı için belirli bir tekniğin kullanılması gerekebilmektedir ancak normal kabul ettiğimiz durumlarda hekim kendine göre en uygun gördüğü herhangi bir tekniği uygulayabilir. Hekimin yeteneği ve hastanın iş birliği muhtemelen doğru bir sentrik ilişki kaydının elde edilmesinde en önemli faktörlerdir.

Leaf gauge

Mandibulayı sentrik ilişkiye yönlendirmede kullanılan leaf gauge 1973 yılında James H. Long tarafından bildirilmiştir²⁰. Kalınlığı 0.1 mm olan eşit boyuttaki plastik yapraklardan oluşan bu aparat, dişler arasına yerleştirilen yaprak sayısı ile yaprak kalınlığı çarpılarak dişler arası mesafenin hekim tarafından net olarak ölçülebilmesini sağlar.

Anterior dişlerin arasına bir okluzal stop yerleştirilip hastadan posterior dişlerini kapatmaya çalışması istendiğinde, posteriora diş kontakları oluşmayacağından elevatör kaslar kondillerin muskuloskeletal yönden stabil olan pozisyonlarına yerleşmelerini sağlar. Leaf gauge bu etkinin kontrollü bir şekilde elde

edilebilmesini sağlar. Leaf gauge tekniğinin çalışma prensibi, sadece anterior dişlerin kapanışa gelip posterior dişlerde temasın olmadığı bir durumda, elevatör kaslar olan temporalis, masseter ve medial pterygoid kasları tarafından iletilen kuvvetlerin kondilleri fossa içerisindeki anterosüperior pozisyona yönlendirmesidir. Burada leaf gauge ile oluşturulan anterior stop fulkrum eksenine gibi davranarak kondillerin istenen stabil muskuloskeletal pozisyonlarına yerleşmelerini sağlar¹⁴.

Kondillerin sentrik ilişki pozisyonundan sapmaması için leaf gauge kullanımında dikkatli olunmalıdır. Eğer leaf gauge çok rijit bir materyalden üretilmişse, elevatör kasların kasılması sırasında mandibulayı posteriora doğru yönlendiren posterior bir eğim gibi davranabilir. Bir başka hata hastanın arka dişleriyle değil, mandibulasını önde konumlandırarak ön dişleriyle ısırma çalışmasından kaynaklanabilir. Bu durum mandibulanın sentrik ilişki pozisyonundan anterior yönde sapmasına sebep olur. Leaf gauge'un amacına ulaşabilmesi için posterior dişler arasında minimal açıklık kalacak şekilde, anterior dişler arasına yeterli sayıda yaprak yerleştirilmelidir ve hastanın posterior dişleriyle, orta şiddetli bir kuvvetle ısırması gerekmektedir. Hastadan masseter kaslarını kullanmadan, sadece temporal kaslarıyla ısırma yapması istenir. Hastadan arka dişleri ile ısırması istendiğinde, ön dişlerin jig üzerindeki teması mandibulanın tamamen kapanmasını engelleyecek ve kondiller elevatör kaslar tarafından muskuloskeletal olarak stabil konumlarına oturtulacaktır¹⁴.

Bu teknik bilateral manipülasyon tekniği ile kombine olarak kullanılabilir. İki tekniğin birlikte kullanılması özellikle alçı modellerin artikülatöre alınması için kullanılacak olan interokluzal kaydın elde edilmesini kolaylaştırır¹⁴.

Anterior programlama cihazı/anterior jig

Bu yöntemin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle çiğneme kaslarının yeniden programlanmasından bahsedilmesi gerekmektedir.

Diş kökleri ve alveol kemiği arasında bulunan periodontal lifler belli bir dereceye kadar esneme kabiliyetine sahiptir ve güvenli sınırlar içerisinde herhangi bir zarara uğramadan kuvvetlere karşı koyabilirler. Periodontal liflere bu sınırı aşan bir kuvvet iletilindiğinde bölgede lezyon gelişebilir. Bu sınıra yaklaşıldığında ya da sınırın aşıldığında sinir uyarımı vasıtasıyla bir alarm sistemi devreye girer. Bu noktada

nöromusküler sistem gelen kuvvetin daha büyük bir periodontal ligament yüzey alanına dağıtılması, ısırma kuvvetinin düşürülmesi, maksimum ağız açıklığının azaltılması gibi önlemler almaya başlar¹².

Kondiller sentrik ilişki pozisyonundayken mandibula kapanışa geçtiğinde prematür diş kontaklarının görülmesi durumu sentrikte çatışma olarak adlandırılır. Bu çatışma mandibulanın fizyolojik yolundan saparak posterior, anterior ya da lateral yönde yer değiştirmesine sebep olur. Sentrikte çatışma genellikle maksiller dişlerin tüberküllerinin mezial eğimleri ile mandibular dişlerin tüberküllerinin distal eğimleri arasında gerçekleşir ve bu prematür temas mandibulayı anterior yönde yer değiştirmeye zorlar^{4,21}

Sadece dişli hastalarda kullanılabilen bu teknik ilk olarak 1964 yılında Lucia tarafından bildirilmiştir. Lucia üst anterior dişlerin lingualinde oluşturulan eğimli bir yüzeyin kondilleri sentrik ilişki konumuna yönlendirmede ve interokluzal kaydın alınmasında kolaylık sağlayacağını belirtmiştir²². Teknikte anterior dişler arasına yerleştirilen anterior yeniden programlama cihazı, diğer bir deyişle anterior jig ile kondiller optimum pozisyonlarında iken vertikal kapanış hareketine bir stop noktası oluşturulmaya çalışılır. Anterior jig dişleri en minimal mesafede birbirlerinden ayıracak şekilde tasarlanmıştır ve dişlerdeki teması keserek, habitüel kapanış paterninin ve ezberlenmiş proprioseptif bilginin hastaya unutturulması amaçlanmaktadır¹⁴.

Jig'in üretiminde akrilik ya da kenar şekillendirme mumu gibi sert materyaller tercih edilir^{4,22}. Kullanılacak materyale "J" harfi formu verilerek iki maksiller santral kesicinin üzerine uzun tarafı lingualde kalacak şekilde yerleştirilir. Materyal final sertliğine ulaşmadan santral dişlere adaptasyonu baş ve işaret parmakları arasında sıkıştırılarak sağlanmalıdır. Materyal henüz sertleşmemişken hasta ile önceden prova edilmiş mandibular pozisyonlandırma uygulanmalı, alt kesicilerin jig içine hafifçe gömülerek iz bıraktığı ve posterior dişlerin arasında yaklaşık 1mm açıklık kaldığı pozisyonda hasta durdurulmalı, materyalin final sertliğine ulaşması beklenmelidir.

Jig'in doğruluğunun kontrolü için hafifçe birkaç kez ağız açtırılıp kapatılarak alt anterior dişler gözlemlenmelidir. Alt anterior dişler jig üzerindeki yuvalarına her seferinde doğru şekilde oturmalıdır. Jig üzerinde delinme olmamalı, hasta jig üzerine

kapattığında arkin hiçbir noktasında maksiller ve mandibular dişler arasında 1.0 mm'den az mesafe bulunmamalıdır.

Eğer hasta koltukta geriye yatık şekilde pozisyonlandırılmışsa hastanın yüzü yere paralel konumda olacaktır. Bu durumda iyice uyumlandırılmış bir jig'in stabilizasyonunda herhangi bir problemle karşılaşma olasılığı düşüktür ancak gerekli görüldüğünde hasta tarafından işaret parmağıyla yerinde durması için desteklenebilir. Jig ağızdayken uygun görülen interokluzal kayıt materyali arklar arasına uygulanır ve polimerizasyon gerçekleşene kadar beklenir⁴.

Mandibulayı sentrik ilişki konumuna yönlendirmek için çene ucu manipülasyonu ya da bilateral manipülasyon yöntemleri anterior jig ile kombine olarak kullanılabilir.

2.3.4. Sentrik İlişkinin Kaydı

Direkt interokluzal kayıt yöntemi

Direkt interokluzal kayıt, sentrik ilişki kaydının bilinen en eski formudur. 1756 yılında dönemin Alman imparatorunun diş hekimi Phillip Pfaff, "taking a bite" yani "bir kapanış almak" başlığı ile bu yöntemi ilk tanımlayan kişidir¹⁹. On dokuzuncu yüzyılın sonuna kadar en yaygın kullanılan yöntem olmuştur^{19,23}.

Bu süreç boyunca direkt interokluzal kayıt, termoplastik bir materyalin (genellikle mum veya kenar şekillendirme mumu) dişsiz kretler arasına yerleştirilip, kretler materyale gömülecek şekilde hastaya ağız kapattırılarak elde edilen, hassasiyeti yetersiz bir çene ilişkisi kaydı şeklindeydi. Bu yöntem "mush," "biscuit," ya da "squash" bite olarak adlandırılmaktaydı¹⁹. 1910 yılında Greene daha hassas bir kayıt elde edebilmek için alçı ile kaplayarak modelleme mumundan ürettiği bir "mushbite" tanımladı. Daha sonra tekniğe, stabil bir taban elde edebilmek için okluzal şablonlar eklenmiştir^{19,24}.

Schulyer'in gözlemlerine göre eğer kayıt materyali homojen yoğunlukta ve akışkanlıkta olmazsa şablonlara eşit olmayan basınçlar iletilmektedir ve bu durum okluzyonda disharmoniye sebep olabilmektedir. Bununla birlikte okluzal kayıtlarda kullanılmak üzere kenar şekillendirme mumunun daha homojen yumuşatılabilmesi,

daha yavaş soğuması, daha az distorsiyona uğraması gibi özellikleri göz önünde bulundurularak, tabaka muma tercih edilebileceğini belirtmiştir^{19,25}.

Boos'a göre sentrik ilişkinin kaydı sırasında torsiyon tipi kuvvetlerden kaçınılması gerekmektedir. Kenar şekillendirme mumu ya da plaka mum kayıt sırasında kuvvet uygulanmasını gerektirmekte, bu da mandibulanın pozisyonunun değişmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple çinko-oksit öjenol ya da alçı ile, daha hassas bir kayıt elde edilebileceğini öne sürmüştür^{19,26}.

İnterokluzal kayıt alınırken basıncın tüm yüzeylerde eşit olması gerekmektedir. Yumuşak dokuların reziliensi alınan kaydın hassasiyetini etkilemektedir. Hanau dokuların reziliensleri ve buna benzer etkilerini ifade etmek için realeff (resilient like effect) sözcüğünü türetmiştir. Yumuşak dokuların reziliensi, checkbite tekniğinin hassasiyeti konusunda majör bir faktör haline gelmiştir^{19,27}.

Wright interokluzal kayıtların hassasiyetini etkileyen faktörleri şu şekilde sıralamıştır: dokunun reziliensi, tükürük filmi, kaidelerin uyumu, uygulanan basınç. Kayıt alma sırasında uygulanan basınç hekim tarafından kontrol edilemeyeceğinden, interokluzal kayıt için en uygun tekniğin sıfır basınç tekniği olduğunu ileri sürmüştür^{19,28}.

Kayıt alma sırasında oluşabilecek teknik hatalardan biri de çene hareketlerini ve uygulanan basıncı kontrol etmedeki başarısızlıktan ileri gelmektedir^{19,29}.

Bir diğer grup araştırmacı ise interokluzal kayıt için mum ve çubuk stencin yetersiz ve güvenilmez olduğunu düşünerek grafik kayıt yöntemini savunmuşlardır^{19,30}.

2.3.5. *Sentrik ilişkinin hatalı kaydedilmesi durumunda oluşabilecek sorunlar*

Eğer oklüzyon eklemde eksentrik bir pozisyonunda oluşturulmuşsa, eklemden sentrik ilişkiye sapma miktarına bağlı olarak değişen önemde gerilimler oluşacaktır. Sadece anterior-sagittal yönde ve hafif sapma durumunda kondiller bir miktar önde konumlanır ancak iki kondilde de simetrik olan bu sapma sistem tarafından tolere edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır. Anterior yöndeki bu sapmanın sınırı ortak bir görüşle 2mm olarak belirlenmiştir¹.

Saf anterior yöndeki simetrik sapmanın aksine transvers yöndeki sapma simetrik değildir ve tüm sisteme hasar verir. Eklemlerden birinde gerilim, karşı tarafta ise sıkışma gözlenir. Kaslar asimetrik çalışır ve bu durum disfonksiyon riskini artırır¹.

Mandibulayı geriye doğru itirmek ise kondillerin fossa içerisinde geri ve aşağı yönde yer değiştirmesine sebep olur. Bu pozisyon retrodiskal doku üzerinde istenmeyen basınçlara sebep olacağı gibi, kondillerin bu pozisyonunda alınan sentrik ilişki kaydı kullanılarak üretilen protez supra oklüzyonda olacaktır⁶.

Sentrik ilişkinin hatalı kaydedildiği durumlarda kondiller fossa içerisinde her zaman aşağı yönde yer değiştirir. Kondiller sentrik ilişki konumunda glenoid fossanın içerisinde en üst ve en ön pozisyonundadır ve glenoid fossanın duvarları kondillerin sentrik ilişki dışında herhangi bir pozisyona aşağı yönde hareket etmeden gitmesine izin vermez. Oklüzyonu hatalı bir sentrik ilişki kaydına göre düzenlenen hastada kaslar mandibulayı sentrik ilişki pozisyonuna yönlendirirken dişlerde interferensler oluşacaktır. Bu durum kondiller fossa içerisindeki en üst pozisyona her yöneldiğinde posterior dişlere aşırı yük binmesine, dolayısıyla dişlerde ve kaslarda ağrı, dişlerde hiper mobilité, restorasyonlarda kırık, çatlak, delaminasyon gibi sorunların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir³¹.

2.4. İnterokluzal Kayıt Materyalleri

Sentrik ilişki kaydı protez terimleri sözlüğünde, mandibula sentrik ilişki pozisyonundayken maksilla ile mandibula ilişkisinin kaydedilmesi olarak tanımlanmaktadır³. Elde edilen kayıt maksiller ve mandibular modellerin artikülatör üzerinde ilişkilendirilmesinde kullanılmaktadır.

Protez üretiminde interokluzal ilişkinin artikülatöre doğru bir şekilde aktarılması önemlidir. Çalışma modellerinin artikülatör üzerinde doğru bir şekilde ilişkilendirilmesi, ağız içinde oklüzyonun daha kısa sürede ayarlanabilmesini sağlar³². Modellerin artikülatöre doğru şekilde aktarılmasının restorasyon kalitesi ve tedavinin operasyonel maliyeti üzerinde doğrudan etkisi vardır. Bu nedenle, ideal bir kayıt materyali ve teknik kombinasyonu, indirekt olarak imal edilmiş bir protezin intraoral olarak minimal okluzal ayarlama ile yerleştirilmesine izin verecektir³³.

İdeal bir interokluzal kayıt materyalinden beklenen özellikler şu şekilde sıralanabilir;

1. Kayıt alma sırasında hasta tarafından uygulanan ısırma kuvvetine karşı direnci minimal olmalıdır,
2. Polimerizasyon sonrası boyutsal değişimi kabul edilebilir sınırlar dahilinde olmalıdır,
3. Polimerizasyon sonrası sıkışma direnci yüksek olmalıdır,
4. Uygulaması ve manipülasyonu kolay olmalıdır,
5. Kayıt alma prosesinde temas ettiği tüm dokularla biyouyumlu olmalıdır,
6. Dişlerin insizal ve okluzal yüzeylerini ayrıntılı bir şekilde kaydedebilmelidir,
7. Doğrulaması kolaylıkla yapılabilmelidir³⁴.

Sentrik ilişki kaydı alınırken dişlerde kesinlikle temas olmamalı, kayıt materyalinde delinme gözleendiğinde kayıt tekrarlanmalıdır.

Alçı, kenar şekillendirme mumu, modelasyon mumu, akrilik rezinler, çinko oksit macunlar ve elastomerler interokluzal kayıt için geçmişten günümüze tercih edilen materyallerdir.

2.4.1. Rijit interokluzal kayıt materyalleri

Alçı interokluzal kayıt materyali

Ölçü alçısı teknik olarak birtakım katkı ile modifiye edilmiş “paris alçısıdır”. Bu modifikasyonlar materyalin polimerizasyon süresinin kısaltılmasını ve sertleşme genişemesinin azaltılmasını sağlamaktadır³⁵.

Geçmişte hızlı sertleşen alçılar interokluzal kayıt materyali olarak ayrıntı vermedeki başarısı, final sertliğinin yüksek olması ve ısırma kuvvetine karşı düşük direnç göstermesi sebebiyle tercih edilmiştir^{36,37}. Bazı yazarlar doğru vertikal boyutta sentrik ilişkiyi kaydetmede alçının mum materyallerden daha başarılı olduğunu dile getirmişlerdir. Bir diğer grup araştırmacı ise alçı materyallerin uygulama zorluğu, andırkat kabul etmemesi ve sertleştikten sonra kırılmaşması sebebiyle interokluzal kayıt için uygun olmadığını dile getirmişlerdir³⁸. Günümüzde interokluzal kayıt materyali olarak alçı tercih edilmemektedir.

Mum interokluzal kayıt materyali

1932 yılında Schuyler mum interokluzal kayıt materyallerini kullanmayı önermiş ve kayıt alınırken hastadan dilini damağın en gerisine götürmesinin istenebileceğini, dilin bu pozisyonu sağlandığında hastanın mandibulasını kolaylıkla protrüzyona getiremeyeceğini belirtmiştir²⁵.

Özel olarak formüle edilmiş interokluzal kayıt mumları balmumu veya parafin veya ceresin ve yağlardan üretilmektedir. Piyasadaki bazı ürünler alüminyum veya bakır parçacıkları içermektedir. Bu mumların vücut sıcaklığındaki akışkanlığı %2,5 ila %22 arasındadır ve bu da interokluzal kayıt için kullanılan mumların ağızdan çıkarıldığında şekil değişikliğine yatkın olduğunu gösterir. Günümüzde interokluzal kayıt materyali olarak silikon ve polieter malzemeler mumların yerini almıştır³⁹.

Mumlar termoplastik materyallerdir. İnterokluzal kayıt materyali olarak kullanılmak istendiğinde ısıtılarak yumuşatıldıktan sonra arklar arasına yerleştirilip kayıt tamamlandıktan sonra ağızdan çıkarılıp, soğutarak sertleştirilebilirler. Ancak sertleşme sırasında ciddi şekilde distorsiyona uğrarlar ve final sertleşmesinden sonra kolaylıkla ezilebilir ve şekilleri değiştirilebilir. Bununla birlikte ısırma kuvvetine karşı ciddi oranda direnç gösterirler ve bu durum sentrik ilişkinin hatalı olarak kaydedilmesine neden olabilir. Geçmişten günümüze pek çok araştırmada mum materyallerin interokluzal ilişki kaydı için uygun olmadığı gösterilmiştir^{33,37,38,40}.

Isırma kuvvetine karşı direnç göstermesi, ağızdan çıkarma esnasında distorsiyona uğraması, saklama süresince internal stresini bırakarak şekil değiştirmesi ve ağız içi sıcaklıktan oda ısısına geçme süresince boyutsal değişime uğraması kapanış kayıt materyali olarak mumların kullanımını sınırlayan faktörler olarak gösterilebilir³⁹.

Çinko oksit interokluzal kayıt materyali

Çinko oksit içerikli interokluzal kayıt materyalleri ilk karıştırıldıklarında sıvı kıvamlıdırlar ve uygulama sırasında ısırma karşı direnç göstermezler. Polimerizasyon sonrası sert ve sıkıştırılmaz bir kıvama gelirler. Modellerin artikülatörde kapanışa getirilmesi sırasında distorsiyon korkusu olmadan bastırılabilir, bastırma sonucunda sıkıştırılmadıklarından dikey boyutta herhangi bir değişikliğe sebep olmazlar³⁸. Ayrıntı verme kabiliyetleri oldukça yüksektir ancak yüzey ayrıntısının alçı modelden fazla oluşu modellerin alınan kayda tam olarak oturtulamamasıyla sonuçlanabilmektedir³⁴.

Çinko oksit içerikli materyallerin iyi özelliklerinin yanında istenmeyen birtakım özellikleri de bulunmaktadır. Bu materyallerin polimerizasyon süreleri uzundur, polimerizasyon sonrası kırılğan bir hal alırlar ve dişlere yapışma eğilimindedirler. Yapılan çalışmalarda ağızdan çıkarma esnasında diş yüzeylerine yapışıp, parçalar halinde ana kütlede ayrılmalar gözlenmiştir⁴¹. Bazı yazarlar boyutsal değişkenliği ve sıklıkla modellerde açık kapanışa sebep oldukları gerekçesiyle, çinko oksit öjenol içerikli materyallerin interokluzal kayıt almak için kullanımını önermemektedirler⁴².

Akrilik interokluzal kayıt materyali

Akrilik rezin içerikli interokluzal kayıt materyalleri en sık nokta sentrik ilişkiyi kaydetmede kullanılmaktadır³⁵. 1960 yılında Shanahan akrilik rezin interokluzal kayıt materyallerinin, mum içeriklilere göre kayıt alma ve aktarmada daha başarılı olduğunu belirtmiştir⁴⁰.

Akrilik rezin içerikli materyaller ayrıntı vermede başarılıdırlar ve polimerizasyon sonrası sertlik dereceleri yüksektir. Bu materyallerin dezavantajları ise yüksek oranda polimerizasyon büzülmesine uğramaları, esneme kabiliyetleri olmadığı için ağızdan çıkarmada zorluk yaşanabilmesi ve rijit oluşları dolayısıyla artikülatöre alma sırasında alçı modellere zarar verebilmeleridir³⁵.

2.4.2. Elastomerik interokluzal kayıt materyalleri

Elastomerik ölçü materyalleri polimerizasyon sonrası elastiklik gösteren çapraz bağlı polimerlerdir. Diş hekimliğinde kullanılan elastomerler olarak A tipi silikon, C tipi silikon ve polieter materyaller örnek gösterilebilir. Günümüzde PVS ve polieter içerikli materyaller interokluzal kayıt materyali olarak tercih edilmektedir. Bu tip ürünler genellikle karıştırıcı ucu olan bir tabancayla uygulanmakta ve taşıyıcıya gerek duyulmamaktadır³⁹.

Polieter interokluzal kayıt materyali

Polieter interokluzal kayıt materyali, polieter ölçü materyalinin içerisine plastikleştirici ve doldurucu ajanlar eklenerek elde edilmektedir. Bu materyalin interokluzal kayıt materyali olarak avantajları yüksek doğruluk, polimerizasyon

sonrası ve depolama süresince boyutsal stabilitesini koruması, akışkanlığı ve ısırma karşı minimal direnç göstermesi ve taşıyıcı olmadan kullanılabilmesi sayılabilir. Dezavantajları ise reziliensi ve yüzey ayrıntılarını alçı modellerden daha iyi verebilmesidir. Bu faktörlerin her ikisi de artikülatöre bağlama aşamasında modellerin interokluzal kayda tam olarak oturtulamamasına sebep olabilir. Polieter interokluzal kayıt materyali kullanıldığında, sadece okluzal yüzeyin izleri kalacak şekilde fazlalık kısımlar kesilerek distorsiyon önlenmeye çalışılır³⁹.

Silikon elastomer interokluzal kayıt materyalleri

İnterokluzal kayıt materyali olarak C tipi ve A tipi silikonlar kullanılmaktadır. Yüzey özelliklerini kaydetme kabiliyetleri oldukça yüksektir. Polimerizasyon sonrası sertliği ve boyutsal stabilitesi daha yüksek olduğundan A tipi silikonların interokluzal kayıt materyali olarak kullanımı daha yaygındır. Dezavantajları olarak 1,5 ila 3 dakika arasında değişen çalışma zamanı gösterilebilir. Saklama sırasında boyutsal değişimleri 24 saatte %0,08 ve bir haftada %0,13 olarak gösterilmiştir. Polieter interokluzal kayıt materyalleri ile fiziksel özellikleri benzerlik göstermektedir ancak polieterlerin boyutsal değişimi daha fazladır³⁹.

Elastomerik interokluzal kayıt materyalleri sabit protezlerin ölçüsü için kullanılmamalıdır çünkü elastik geri dönüşümleri karşılık gelen ölçü materyallerine göre daha düşüktür.

İlave silikon ve polieterler intermaksiller kayıt materyali olarak kullanılmak üzere geliştirilmişlerdir. Bu materyallerin kendilerine karşılık gelen ölçü materyallerine çalışma ve ağızda kalma süreleri daha kısadır. Bu tip materyaller basınç altında düşük oranda esnemeleri, yüksek sertlikleri, düşük akışkanlıkları ve bir hafta sürede dahi düşük boyutsal değişimleri ile öne çıkmaktadırlar. İlave silikonları polieterlerden ayıran özellik ağızdan çıkarılmasının ardından daha düşük boyutsal değişim göstermeleridir. Yine de hem polieter hem de ilave silikon materyaller, muhlara göre interokluzal kayıt almada üstündürler³⁹.

2.5. Sabit Protezlerde Kullanılan Ölçü Materyalleri

Doğru yapılmış bir planlama ve preparasyonun ardından dişlerin ve çevre dokuların net bir ölçüsünün elde edilmesi başarılı bir restorasyon elde edebilmek için

olmazsa olmazdır. Ölçü materyallerinin boyutsal stabilitesi ve yüzey özelliklerini ayrıntılı şekilde kaydedebilme yetenekleri restorasyonun uyumunu etkilemektedir. Bu nedenle geçmişten günümüze, kullanılacağı şartlara göre değişmekle birlikte, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip ölçü materyalleri geliştirilmektedir.

İdeal ölçü materyalleri, kolay karıştırılabilmeli ve uygulanması kolay olmalıdır. Boyutsal olarak stabilitesini korumalıdır. Temas açısı küçük olmalı, yüzey ayrıntılarını iyi bir şekilde taklit edebilmelidir. Steril edilebilmeli ve sterilizasyondan sonra boyutsal stabilitesini koruyabilmelidir. Kokuları ve tatları kabul edilebilir olmalıdır. Dişlerin aproksimal bölgelerinden ve ekvator hattından çıkartılırken oluşan streslere karşı dayanıklı olmalı ve eski hallerine dönebilmelidirler.

Sabit protez ölçüsü almak için kullanılan materyaller hidrokolloid ölçü materyalleri ve elastomerik ölçü materyalleri olarak iki grupta incelenebilir.

2.5.1. Hidrokolloid ölçü materyalleri

Hidrokolloid ölçü materyallerinden agar agar ölçü materyalleri geri dönüşebilen hidrokolloidlerdir; ısı verildiğinde katı kıvamdan jel forma geri döner. İçeriğinde %80 su, %15 agar agar ve %5 oranında kıvam renk ve koku verici ajanlar bulunmaktadır.

Kalsiyum aljinat, aljinik asit ile kalsiyum sülfat tuzlarının tepkimesinden ortaya çıkmaktadır. Aljinat ölçü materyali toz formundadır; su ile karıştırıldığı sırada sol forma geçer ve daha sonra sertleşmesini tamamlayarak jel forma ulaşır. Aljinatın sertleşme tepkimesi geri dönüşüzdür ve tekrar kullanımı mümkün değildir. Detay kabiliyetleri düşüktür. Günümüzde çok daha üstün özelliklere sahip ölçü materyalleri bulunduğundan, Hidrokolloidler sabit protez ölçüsü için tercih edilmemektedirler⁴³.

2.5.2. Elastomerik ölçü materyalleri

Elastomerik ölçü materyalleri üstün fiziksel özellikleri, yüzey ayrıntısını kaydetmedeki başarıları ve boyutsal stabiliteleri gibi pek çok üstün özellikleri sebebiyle, sabit protez ölçüsü almak için sıklıkla tercih edilmektedirler. Bu materyaller kimyasal içeriklerine göre dört gruba ayrılmaktadırlar: Polieterler, polisüfitler, kondansasyon tip silikonlar, ilave tip silikonlar.

Polisülfidler 1950 yılında ortaya çıkmışlardır ve diş hekimliğinde ilk tanıtılan sentetik elastomerik ölçü materyalleridirler⁴⁴. Polisülfidler sertleşme reaksiyonu sırasında su açığa çıkmaktadır. Yan ürün oluşumu alınan ölçünün boyutsal stabilitesini etkilemekte ve dökülen modelin yüzeyinde ayrıntı kaybına sebep olabilmektedir. Kötü kokusu ve kurşundioksit içeriği sebebiyle klinik kullanımı kalmamıştır⁴³.

Polieter ölçü materyalleri diş hekimliğinde 1965 yılında tanıtılmış ve kullanılmaya başlanmıştır. Polieterler hidrofilik ölçü materyalleridirler. Polimerizasyon sırasında yan ürün açığa çıkarmazlar. Bu özellikleri sebebiyle detay verme kabiliyetleri iyidir ve dökülen modelin yüzeyi düzgün olmaktadır. Polieterlerin polimerizasyon sonrası sertliği diğer tüm elastomerik ölçü materyallerinden daha yüksektir. Bu özellikleri implant ölçülerinde ölçü postunun hareket etmesini önleyerek hata oranını düşürmektedir ancak ölçünün sert oluşu andırkatlı bölgelerden çıkartılmasını zorlaştırmakta ve alçı modelde ölçüden ayırırken kırılmalara sebep olmaktadır. Polieterler çoğu elastomerin aksine yan ürün çıkartmaz, devam eden polimerizasyon süresince atmosferden su emerek şişerler. Bu sebeple ölçü alındıktan sonraki 1 saat içerisinde model elde edilmeli, bu süre boyunca kuru ortamda muhafaza edilmelidir.

Kondansasyon tip silikonlar (C tipi silikonlar) 1955 yılında tanıtılmıştır. Polimerizasyonu terminal hidroksil gruplarının siloksan ile kondansasyon tepkimesine girmesi ile zincir uzaması ve zincirlerin kendi aralarında çapraz bağlar oluşturması ile gerçekleşir. Bu materyaller polimerizasyon reaksiyonu sırasında yan ürün olarak alkol açığa çıkarırlar. Yüksek derecede elastik materyallerdir ve elastik geri dönüşüm kabiliyetleri çok yüksektir. Yüzey ayrıntılarını daha iyi kaydedebilmek için iki aşamalı (tek karıştırma) ölçü yöntemi tavsiye edilir. Yan ürün oluşumu sebebiyle boyutsal büzölmeye uğrarlar. Ölçü alındıktan sonraki bir saat içerisinde modelin elde edilmesi gerekmektedir. Hidrofobik olmaları sebebiyle, tükürüklü ve kanlı ağız ortamında çalışmaya uygun değildir ve bu özellikleri alçı dökmeyi zorlaştırır⁴⁵.

Genellikle diş ve implant destekli sabit restorasyonların ölçülerinde tercih edilen ilave tip silikonlar 1975 yılında diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur. Piyasada pek çok farklı kıvamda ilave tip silikon bulunmaktadır. Aktivatör ve baz karışımların her ikisinde de vinil terminal gruplu dimetilsiloksan bulunmaktadır. Aynı zamanda aktivatör, polimerizasyon tepkimesinde katalizör görevi gören platin

içermektedir. İlave tip silikonlar kondansasyon silikonların aksine polimerizasyon sırasında düşük molekül ağırlıklı yan ürün açığa çıkarmazlar. Ancak ikinci bir reaksiyon gelişerek bazı ilave tip silikonlarda hidrojen gazı açığa çıkabilir. Bu durum dökülen alçı model yüzeyinde hava kabarcıkları oluşturarak yüzeyde pürüzlülüğe sebep olur. Ürün içerisine eklenen hidrojen absorbe edici ajanlar (paladyum) sayesinde bu durumun önüne geçilmiştir ancak üzerinde herhangi bir ibare bulunmayan ürünlerde model elde etmeden yarım saat beklenmesi gerekebilmektedir⁴⁴.

İlave tip silikonların boyutsal stabiliteyi oldukça iyidir, ürünler arası farklılık göstermekle beraber ölçü elde edildikten bir hafta sonraya kadar boyutsal stabiliteyi koruyabilirler. Lateks eldiven kullanımı, içerdikleri sülfür sebebiyle polimerizasyonu geciktirmektedir, uygulama sırasında vinil eldiven kullanımı tercih edilmelidir.

PVS ölçü materyalleri boyutsal stabiliteyi, yüzey ayrıntılarını başarılı ve net olarak kaydetmeleri, elastik geri dönme yetenekleri, akışkanlıkları, yüksek yırtılma direnci gibi özellikleri sayesinde kendilerine geniş bir kullanım alanı bulmuşlardır. Hidrofobik olmaları kan ve tükürük içeren ortamlarda çalışmalarını zorlaştırırsa da bazı firmalar içeriğine sürfaktan ilave ederek hidrofobikliklerini azaltmışlardır.

En son piyasaya sunulan silikon ölçü materyali vinil siloksaneter, polieterin polimer grubu ile polivinil siloksanların vinil grubunun birleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. İki materyalin özelliklerini de barındırmaktadır. Yüksek hidrofilik özellikleri, uzun çalışma süresi ve ağızda hızlı sertleşmeleriyle öne çıkmaktadırlar. Elastik geri dönebilme yetenekleri iyidir, boyutsal stabiliteyi polivinil siloksanlar kadar iyi olmasa da yüksektir⁴³.

2.6. Sabit Protezlerde Konvansiyonel Ölçü Teknikleri

2.6.1. İki aşamalı (tek karıştırma) ölçü yöntemi

Bu teknikte öncelikle koyu kıvamlı ölçü materyali üretici talimatlarına göre hazırlanarak uygun boyuttaki ölçü kaşığına yerleştirilir ve ölçü alınır. Polimerizasyon tamamlandıktan sonra ölçü ağızdan çıkartılır. Akıcı kıvamlı ölçü materyaline prepare dişler etrafında yer açma konusunda iki farklı görüş bulunmaktadır. Bunlardan ilki prepare edilmiş olan dişlerin ölçü içerisindeki izlenimlerinin kole bölgesi dahil olmak

üzere tüm yüzeylerinden koyu kıvamlı materyalin kesilerek uzaklaştırılmasıdır. İkinci görüş ise prepare edilmiş olan dişlerin ölçü içerisindeki izlenimlerinin içerisinde köle bölgesi hariç olmak üzere geri kalan yüzeylerinden döner alet kullanılarak yer açılmasıdır. Köle bölgesi kesilmemiş olan ölçülerde akışkan kıvamlı materyal daha iyi desteklendiği için bu bölgeler daha net olarak izlenmektedir. Tercih edilen yöntemle yer açma işleminin tamamlanmasının ardından akışkan kıvamlı ölçü materyali üreticinin talimatlarına göre hazırlandıktan sonra homojen ve çok kalın olmayacak bir şekilde ölçü içerisine uygulanır. Ölçü alma aşamasında aşırı basınç uygulamaktan kaçınılmalıdır. Akışkan kıvamlı ölçü tabakasının kalınlığı 1.5-2.5 mm arasında olmalıdır⁴⁶.

2.6.2. Tek aşamalı (ikili karıştırma) ölçü yöntemi

Bu teknikte ölçü tek aşamada alınmaktadır. Koyu kıvamlı materyal ile akıcı kıvamlı materyal aynı anda aktivatörleri ile karıştırılarak hazırlanmaya başlanır. Akıcı kıvamlı ölçü materyali uygulama tabancası kullanılarak otomatik karıştırıcı uç ile prepare dişlerin çevresine distallerinden başlayarak uygulanır. Bu sırada bir diğer uygulayıcı uygun boyuttaki ölçü kaşığına koyu kıvamlı ölçü materyalinin yüklemesini yapar. İki materyal de polimerize olmadan kaşık ağıza yerleştirilerek ölçü alınır. Bu teknikte akıcı kıvamlı materyal koyu kıvamlı materyal tarafından ayrımının en çok ihtiyaç duyulduğu köle bölgelerinden uzaklaştırılabilir ve ölçü ağızdan çıkarıldığında bu bölgelerde sadece koyu kıvamlı materyal gözlemlenebilir. Ayrıca bu teknikte ölçü yüzeylerinde hava kabarcığı kalma ihtimali diğer tekniklere göre daha yüksektir⁴⁶.

2.6.3. Double ark ölçü tekniği

Prepare edilmiş diş sayısının az olduğu ve arkın tek tarafında olduğu durumlarda tüm arkın ölçüsü alınmadan yarım kaşıkla ölçü alınabilir. Bu teknikte arkın bir kısmındaki hem maksiller dişlerin ölçüsü hem mandibular dişlerin ölçüsü hem de maksimum interküspidizasyondaki interokluzal kayıt aynı anda alınır. Kaşığın lingual ve bukkal yüzeylerinin arasında çok ince ağ yapısında bir ayraç bulunur. Ayracın alt ve üst kısmındaki kompartımanlara ölçü materyali yüklenerek kaşık ölçüsü alınacak bölgeye yerleştirilir ve hastadan önceden prova edilmiş olan pozisyonda

kapatması istenir. Ölçüsü alınmayan taraftaki dişler gözlemlenerek kapanışın doğruluğu kontrol edilir.

2.7. Sabit Protezlerde Dijital Ölçü Yöntemleri

Destek dişler ve hedeflenen okluzyonla uyumlu restorasyonların üretilmesinde ölçü, ölçüden alçı model elde edilmesi, modellerin artikülatöre bağlanması ve restorasyonun laboratuvardaki üretim aşamaları yüksek önem arz etmektedir. Bu aşamalarda hekimin ve teknisyenin bilgi ve becerileri, kullanılan materyallerin kalitesi ve hasta uyumluluğu gibi pek çok faktöre bağlı olarak hatalar gelişebilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) teknolojilerinin diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmasıyla bu aşamalarda oluşabilecek hatalar minimuma indirgenmektedir.

Tam dijital iş akışında ağız içi tarayıcı sistemler kullanılarak elde edilen veriler bilgisayar destekli tasarım ünitesine aktarılıp, burada tasarımı yapılan restorasyon bilgisayar destekli üretim ünitesine aktarılarak cihaz tarafından üretilmektedir. Diğer dijital iş akışlarında ise hastadan konvansiyonel yöntemle alınan ölçü ve interokluzal kaydın indirekt tarayıcı ile taranarak dijital ortama aktarılması ya da alınan ölçüden elde edilen model ve interokluzal kaydın indirekt tarayıcı ile taranarak dijital ortama aktarılmasının ardından, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim aşamalarına geçilmektedir.

Dijital ölçü alınması ya da konvansiyonel yöntemlerle alınan ölçünün ya da elde edilen modelin dijital ortama aktarılması ile hasta verileri kayıt altına alınmış olmakta ve elimine edilen tüm aşamalarla birlikte bu aşamaların hata payları da ortadan kalkmaktadır⁴³.

Dental tarayıcılar kullanıldıkları bölgeye, uygulayıcının çalışma şekline ve taramada kullanılan teknolojiye göre sınıflara ayrılmaktadır.

Ağız Dışı Tarayıcılar

Kontakt Tarayıcı

Non-Kontakt Tarayıcı

Ağız İçi Tarayıcılar (Tümü Non-Kontakt Tarayıcı)

Üçgenleştirme (Triangulation)

Konfokal Görüntüleme (Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu, CLSM)

AWS (Active Wavefront Sampling)

2.7.1. Ağız dışı tarayıcılar (indirekt tarayıcılar)

Bu sistemlerde tüm tarama prosedürü ağız dışında, model üzerine uygulanır. Ne yazık ki ekstraoral tarama ile ilgili yayınlanmış az sayıda rapor bulunmaktadır.

Kontakt tarayıcılar

Bu tip cihazlar mekanik tarayıcı veya aktif olmayan tarayıcı olarak isimlendirilmektedir. Temel olarak bir kontakt probunun (yakut top), nesnenin veya 3 boyutlu yapının çevresinde satır satır hareket ettirilerek mekanik okuma ile gerçekleştirilen dijitalleştirme işlemidir.

Bu sistemde kaydedilen veriler, taraması yapılan nesnenin iç yapısını değil, sadece dış yüzey verilerini algılayabilen, bir yüzey dijitalleştiricisi temas probu ile elde edilmektedir. Bu da bu sistemlerin ağız içi olarak kullanımının önüne geçmektedir.

Non-kontakt tarayıcılar

Bu sistemler optik tarayıcı veya aktif tarayıcı olarak adlandırılmaktadır (18). Verilerin alınması sırasında taranacak yüzeyin aydınlatılması gereklidir. Bir ışık ışını (tüm renklerin kombinasyonu) ya da bir lazer (tek renkli ışık kaynağı) aydınlatma kaynağı olarak kullanılabilir (19).

Yüzey verileri için kullanılan beyaz ışık veya lazer, nesneye yansıtılır ve alıcı birim olan dijital kamera, yansıtılan ışınları kaydeder. Bu nedenle, ışık kaynakları ve algılayıcı reseptör ünitesi arasında bir ilişki vardır ve bu ilişki belirli bir açı ile temsil edilir (20). Üretici bu teknolojiyi, yansıtılan ve yansıyan ışıkların aynı doğrusal yoldan geçtiği şekilde tanımlamaktadır. Bu, 85 ° 'ye kadar olan dik eğimlerin taranmasına izin verir (3). Kamera görüntüsünde yansımalar birleştirildikten sonra, üç boyutlu veri elde etmek için bir bilgisayar üçgenleme teknolojisini kullanır (2).

CAD / CAM makinesinin ilk prototipi, 1994 yılında, aynı odada ölçüm ve işleminin yapılmasına izin veren küçük bir lazer aparatı ve freze makinesi içeriyordu. Araştırmacılar kompakt ve yüksek performanslı dijitalleştirme makineleri geliştirmeye devam ettiler. 2003 yılında bir firma (DECSY®scan), daha yüksek hızlarda daha

yüksek hassasiyetli dijitalleştirme sağlayan hat lazer ve Charge-Coupled Device (Eş Şarjlı [yükklü] Aygıt) (CCD) kamera içeren CAD / CAM makinesini üretmiştir (11).

Bu sistemde modelin kendisi döndürülürken bir dijitalleştirme gerçekleşirken, çizgi lazerin izdüşümü ve CCD kamera ile görüntüleme bir açıyla gerçekleştirilir. Bu nedenle, marjin dijitalleşmesinin hassasiyeti büyük ölçüde iyileştirilmiştir. Ayrıca, bu makine ile halihazırda toplanan dijitalleştirilmiş veriler, verimliliği artırmak için bir ağ üzerinden DECSY®'a aktarılabilir (11).

2.7.2. Ağız içi tarayıcılar

1985 yılında Zürih Üniversitesi'nden Dr. Werner H. Mörmann ve bir makine mühendisi olan Marco Brandestini, prototip CEREC sistemi ile tek seansta seramik inlay üretip hastaya uygulamışlardır. 1987 yılında Siemens aracılığıyla CEREC sistemi seri üretime geçmiş, daha sonraki yıllarda da farklı firmalar geliştirdikleri ağız içi tarayıcıları üretmeye başlamıştır^{47,48}.

CAD / CAM sistemleri temel olarak üç ana bölümden oluşur:

1. Prepare edilmiş dişlerinin ve komşu yapıların bölgesinden veri toplayan ve daha sonra bunları sanal ölçülere dönüştüren bir veri toplama birimi;
2. Sanal ölçülere yerleştirilmiş sanal restorasyonlar tasarlamak ve tüm milledir parametrelerini ayarlamak için yazılım;
3. Seçilen restoratif materyalin bloklar ile restorasyonu üretmek için bilgisayarlı bir freze cihazı.

Sistemin ilk iki kısmı bilgisayar destekli tasarım (computer aided design [CAD]) aşamasında rol oynarken, üçüncü kısım bilgisayar destekli üretim (Computer Aided Manufacturing [CAM]) fazından sorumludur⁴⁹.

CAD / CAM sistemleri, dijital veri paylaşım özelliğine göre açık ve kapalı olmak üzere iki türe ayrılabilir. Kapalı sistemler, veri toplama, dijital tasarım ve restorasyonun üretimi dahil olmak üzere tüm CAD / CAM prosedürlerini sunmaktadır. Tüm adımlar aynı sistem içinde entegre edilmiştir ve verilerin farklı sistemlerde işlenebilirliği yoktur. Açık sistemler ise orijinal dijital verilerin diğer CAD yazılımları ve CAM cihazları tarafından da okunarak işlenebilmesine izin vermektedir⁴⁹.

Günümüzde ağız içi tarayıcı sistemler pek çok farklı teknoloji kullanmaktadır. Ağız içi dijital tarayıcı sistemlerinin kullandığı görüntüleme teknikleri üçgenleştirme, konfokal görüntüleme ve active wavefront sampling (ACS) yöntemi şekilde gruplandırılabilir.

Üçgenleştirme (triangulation)

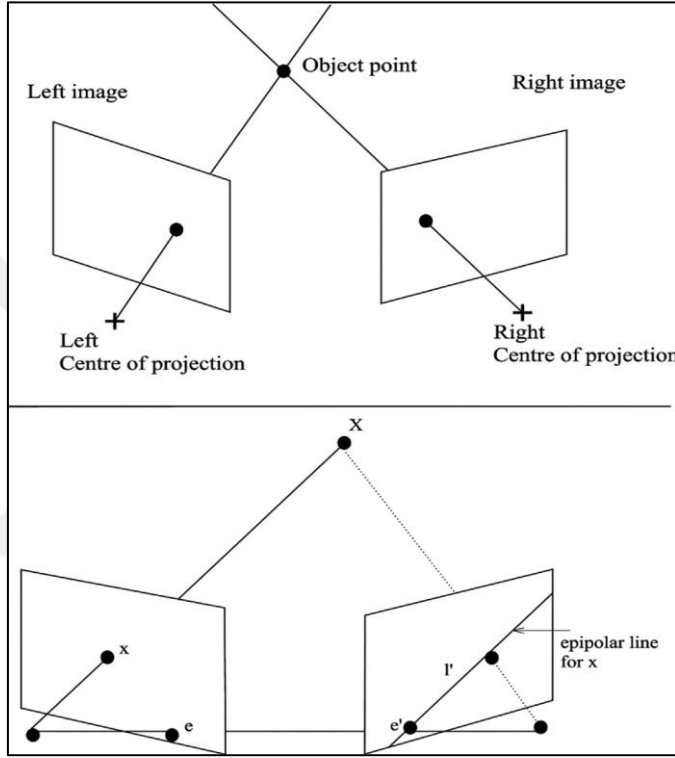
Üçgenleştirme, çok çeşitli uygulamalar için bir nesnenin şeklinin veri olarak toplanması ve dijital 3 boyutlu modeller oluşturulmasında kullanılan, temassız bir tekniktir. Hem pasif hem de aktif üçgenleştirme teknikleri kullanılabilir. Aktif üçgenleştirme yöntemlerinde, ölçüm alınacak alana bir ışık yansıtılır ve hedef nesnenin pozisyonunun hesaplanması için yansıması alınır. Pasif üçgenleştirme yöntemlerinde ise tarama cihazının kendisi tarafından herhangi bir ışık yayılmaz ve sistem, ortam ışığıyla yansıyan nesnelerin algılanmasına dayanır⁵⁰.

Pasif üçgenleme, pasif stereovizyon olarak da adlandırılır ve fotogrametrik algoritmalar kullanır. Bu teknik, birbirlerine göre pozisyonları ve açıları bilinen iki kameradan elde edilen iki stereo görüntünün işlenmesine dayanmaktadır. Bu bilgi, iki görüntüde karşılık gelen özelliklere sahip noktaları tanımlamak ve epipolar çizgideki aynı karşılık gelen noktalara göre üçgenleme uygulamak için gereklidir; algoritmalar epipolar geometriye dayanmaktadır (Şekil 1)⁵⁰.

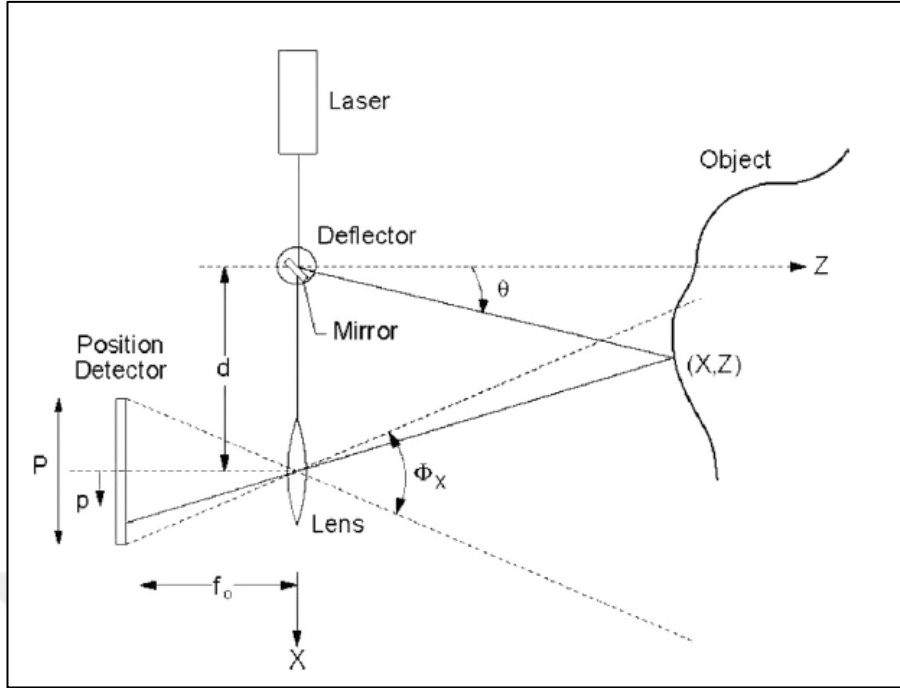
Pasif üçgenleştirme, bu tür görüntü tarama sistemleri arasında en yüksek doğruluğu sağlar. Ancak, yalnızca yüksek kontrastlı hedefler ve iyi tanımlanmış kenarlar yüksek doğrulukla ölçülebilir. Üç kamera kullanarak bu belirsizlik azaltılabilmektedir. Özellikle hedeflenerek taranmamış veya yüzey özelliği bulunmayan bölgeler algılanmayabilir. Ayrıca kontrollü aydınlatma kullanılmadığı sürece ortam ışığı, sistemin taranan nesnenin istenen tüm özellikleri başarılı bir şekilde algılama yeteneğini önemli ölçüde etkiler. Bu sistemin avantajı, az miktarda ve ucuz bileşenden oluşması ve düşük maliyetleridir. Ayrıca, çalışma prensibi de insan gözüne benzer bir yapıdadır ve oldukça basittir^{50,51}.

Aktif üçgenlemede, bir lazer tarafından üretilen ışık huzmesi, bir ayna tarafından alınır ve hedef nesne üzerine yansıtılır. Lens ve konuma duyarlı bir foto-detektörden oluşan kamera, aydınlatılmış noktanın görüntüsünün nesne üzerindeki

yerini tespit eder. Cihazdan çıkan lazer ışını nesne yüzeyinden yansıyarak, lazer kaynağı ile ışının nesne yüzeyine çarptığı nokta arasındaki mesafeye bağlı olarak, değişken pozisyonlarda cihaz üzerindeki algılayıcı bölge üzerine düşmektedir (Şekil 4). Bu sistem lazerin yüzeye değdiği nokta, kamera ve lazer kaynağı bir üçgen oluşturduğu için üçgenleştirme sistemi olarak adlandırılır. Aşağıda, şekil 2’de bir 2D aktif üçgenleme sisteminin blok diyagramını gösterilmektedir.



Şekil 1: Pasif üçgenleştirme yöntemi.



Şekil 2: 2D Aktif üçgenleme sistemi.

Kamera ve lazer kaynağı arasındaki 'd mesafesi' bilinmektedir, buna taban çizgisi mesafesi denir ve üçgenin bir kenarına karşılık gelir. Lazer kaynağının köşesinin θ açısı da bilinmektedir. Kamera köşesinin Φ açısı, kameranın görüş alanındaki lazer noktasının konumuna bakarak belirlenebilir. Bu üç veri, üçgenin şeklini ve boyutunu tam olarak belirler ve basit trigonometrik hesaplamalar ile üçgenin lazer nokta köşesinin konumunu (X, Y, Z koordinatları) verir. Çoğu durumda veri elde etme işlemi hızlandırmak için tek bir lazer noktası yerine şerit şeklinde, ızgara şeklinde veya çeşitli desenlerde lazer ışınları kullanılır⁵⁰.

Üçgenleştirme tekniğini kullanan sistemler:

CS3500 (Carestream, Rochester, ABD)

Rainbow (Dentium, Su-won, Kore)

MIA3d (Densys 3D, Migdal Ha`Emek, İsrail)

Lythos (Kavo, Biberach/Riss, Almanya)

Ormco Lythos (Ormco, Orange, ABD)

Planscan (Planmeca, Helsinki, Finlandiya)

Cerec Omnicam (Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya)

Cerec Bluecam (Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya)

Dwio (Dental Wings, Montreal, Kanada)

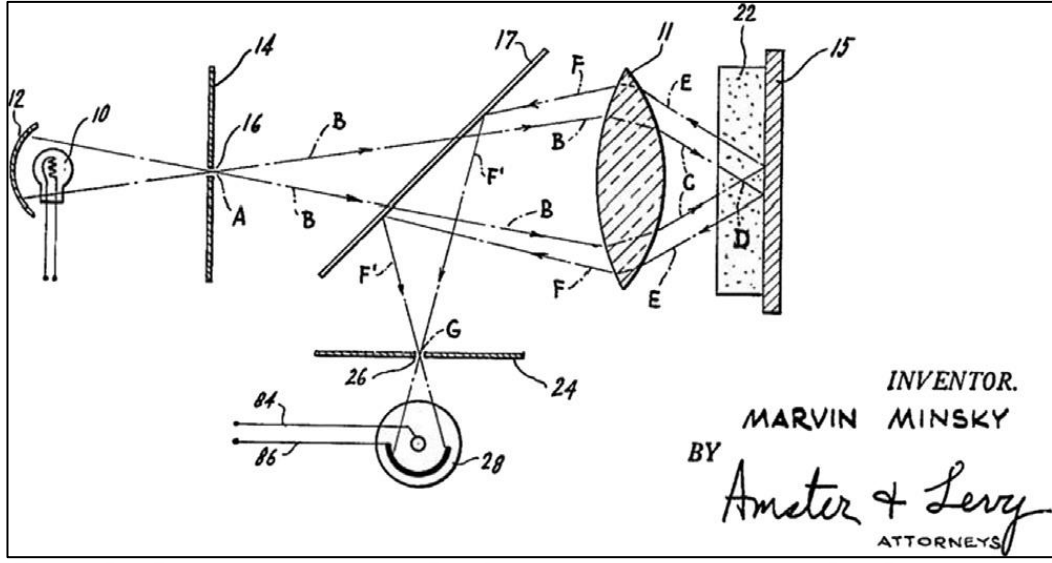
Conodr (MFI, Gent, Belçika)

PIC Camera (PIC Dental, Madrid, İspanya)

Konfokal Görüntüleme (Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu, CLSM)

Konfokal lazer tarama mikroskopisi (CLSM veya LSCM), optik kesitleme (derinlik seçiciliğine sahip yüksek çözünürlüklü optik görüntüler) olarak bilinen bir işlem olan seçilen derinliklerden net görüntüler elde etmek için kullanılan bir tekniktir⁵². Görüntüler nokta nokta alınır ve bir bilgisayar tarafından yeniden oluşturulur. Bu teknik kullanılarak, opak örneklerin yüzey profili yeniden yapılandırılabilir ve opak olmayan örneklerin iç görüntülemesi elde edilebilir. Konvansiyonel bir mikroskop, ışığın nüfuz edebileceği numuneye kadar görürken, konfokal bir mikroskop her seferinde yalnızca bir derinlik seviyesi görüntüler. CLSM, kontrollü ve son derece sınırlı bir odak derinliği sağlar. Konfokal mikroskopi ilk olarak 1961'de Marvin Minsky tarafından patentlenmiştir, ancak kullanılan lazerlerin geliştirilerek yöntemin standart bir teknik olarak kullanılabilir hale gelmesi 1980lerin sonunu bulmuştur⁵³.

CLSM tekniğinde, lazer ışını bir açıklıktan (Şekil 3'te 14) geçer ve daha sonra objektif bir lens (Şekil 3'te 11) tarafından bir numunenin içinde veya yüzeyinde küçük bir odak hacmine odaklanır. Dağınık ve yansıtılan lazer ışığı ve aydınlatılmış noktadan herhangi bir ışıma ışığı objektif lens tarafından yeniden toplanır. Bir ışın ayırıcı (Şekil 3'te 17) ışığın bir kısmını algılama aparatına (Şekil 3'te 28) ayırır. Bir delikten (Şekil 3'te 24) geçtikten sonra, ışık yoğunluğu bir ışık algılama cihazı (genellikle bir fotoçoğaltıcı tüp (PMT) veya çığ fotodiyotu (APD)) tarafından algılanır ve ışık sinyalini elektriksel sinyale dönüştürür ve bu sinyal bir bilgisayar tarafından kaydedilir⁵¹. Sınırlı detektör açıklığı, odak noktasından gelmeyen ışığı engeller. Odak dışı ışık bastırılır: geri dönen ışığın çoğu delik tarafından engellenir; bu görüntüler 'z yığınları' olarak da bilinir⁵⁰.



Şekil 3: Konfokal mikroskobun çalışma prensibi.

Numune içindeki aydınlatılmış bölgeden kaynaklanan algılanan ışık, elde edilen görüntüdeki bir pikseli temsil eder. Ortaya çıkan bir görüntü pikselinin parlaklığı, algılanan ilgili ışığın göreceli yoğunluğuna karşılık gelir.

Daha yavaş taramalar daha iyi sinyal-gürültü oranı sağlayarak daha iyi kontrast ve daha yüksek çözünürlük sağlar. Mikroskop aşamasını veya objektif lensini yükselterek veya azaltarak farklı odak düzlemlerinden bilgi toplanabilir. Bilgisayar, birbirini izleyen odak düzlemlerinden bu iki boyutlu görüntülerin yığını birleştirilerek bir numunenin üç boyutlu bir görüntüsünü oluşturabilir⁵⁰.

Bu tekniği kullanan tarama sistemlerinde, klinik uygulamada güçlük yaratabilecek, nispeten daha büyük mercekler gerekmektedir. Bu tekniği kullanan sistemler⁵⁴:

iTero Element (Align Technology, San Jose, ABD)

AADVA (GC, Leuven, Belçika)

Trios 3 (3Shape, Kopenhag, Danimarka)

Apollo Di (Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya)

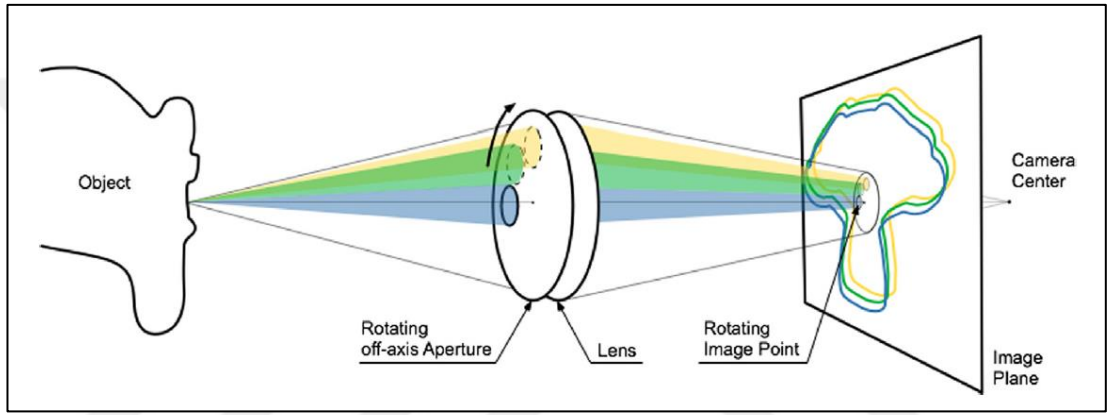
IntraScan (Zfx, Dachau, Almanya)

Active Wavefront Sampling (AWS)

Active Wavefront Sampling (AWS), yalnızca tek bir kamera ve AWS modülü kullanan bir üç boyutlu yüzey görüntüleme tekniğidir. En basit haliyle AWS modülü,

optik eksen etrafındaki dairesel bir yolda hareket eden eksen dışı bir açıklıktır (off-axis aperture) (Şekil 4). Bu hareket, görüntü düzlemindeki bir daire üzerindeki hedef noktaların dönüşünü üretir. Hedefin derinlik bilgisi, her bir nokta tarafından üretilen dairesel nokta modelinin yarıçapından elde edilebilir⁵⁰.

Prensip olarak, AWS görüntüleme dijital kameralı herhangi bir sistemin 3D olarak çalışmasını sağlar. Böylece, 3D geometrileri elde etmek için birden fazla kameranın ihtiyacını ortadan kaldırır. Bir AWS sisteminin en önemli özelliği, derinlik bilgisini yakalamak için sadece bir optik yol gerektirmesidir. Potansiyel uygulamalar 3D endoskopi ve mikroskopedir⁵⁰.



Şekil 4: Active wavefront sampling (ACS).

Active wavefront sampling (acs) kullanan sistemler:

Lava C.O.S (3M ESPE, St. Paul, ABD)

True Definition Scanner (Midmark Corporation, Dayton, ABD)

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda farklı özelliklerdeki A tipi silikon ve mum içerikli interokluzal kayıt materyallerinin hem dijital hem de konvansiyonel artikülatöre alma teknikleri için yönteme uygunluklarının ve vertikal yöndeki hassasiyet ve güvenilirliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda beş farklı interokluzal kayıt materyalini, konvansiyonel ve dijital yöntemlerle incelemek üzere on grup oluşturulmuştur ve her grupta onar adet örnek bulunmaktadır. Alt ve üst plastik çeneler maksimum interkaspasyon pozisyonunda, bennet açısı, kondiller arası mesafe ve kesici yolu eğimi standart değerlere ayarlanmış olan yarı ayarlanabilir artikülatöre bağlanmıştır. Pin pozisyonu sabitlendikten sonra tüm maksiller dişler prepare edilmiştir. Pin ile sabitlenen dikey boyutta model üzerine yapılan işaretlemeler arası mesafeler dijital kumpas ile ölçülerek kaydedilmiştir. Alt ve üst çenelerin ölçüleri alınmış, kesim öncesi sabitlenen pin ile kaydedilen dikey boyutta beş farklı kapanış kayıt materyali ile interokluzal ilişki kaydedilmiştir.

Elde edilen ölçüler ve interokluzal kayıtlar ekstraoral tarama cihazı ile taranarak dijital modellemeler elde edilmiş, elde edilen modellemeler cihazın yazılımıyla dijital ortamda kapanışa getirilmiştir. Önceden modeller üzerine yapılan işaretlemeler arası mesafeler yazılımın ölçüm aracı ile ölçülerek dijital artikülatör grubunun verileri kaydedilmiştir.

Tarama işlemi tamamlanan ölçülerden elde edilen alçı modeller, tarama işlemi tamamlanan interokluzal kayıtlar kullanılarak artikülatöre alınmış, modeller üzerine yapılan işaretlemeler arası mesafeler dijital kumpas ile ölçülerek konvansiyonel artikülatör grubunun verileri kaydedilmiştir.

Tüm gruplar için elde edilen veriler incelenerek, gruplar içerisinde ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamız İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ekstraoral tarama cihazında yapılan tarama ve ölçümler Turkuaz Dental Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. *Deney Gruplarının Oluşturulması*

Tablo 1: Deney grupları tablosu.

<i>Materyaller</i>	<i>Dijital</i>	<i>Konvansiyonel</i>
<i>Futar D</i>	FD	FK
<i>Memosil 2</i>	MD	MK
<i>Modelling Wax</i>	WD	WK
<i>Occhufast Rock</i>	OD	OK
<i>Variotime Bite</i>	VD	VK

3.2. *Ana Modelin Hazırlanması*

Çalışmamızda prefabrike akrilik fantom çene kullanılmıştır (AD-J 01, Arma Dental, Türkiye). Fantom çene gövdesi sert plastik malzemeden olup, üzerinde elastik malzemeden oluşan dişeti katmanı bulunmamaktadır (Resim 1). Fantom dişler sert termoset malzemeden olup, preparasyona ve ölçü alımına uygun niteliktedirler.

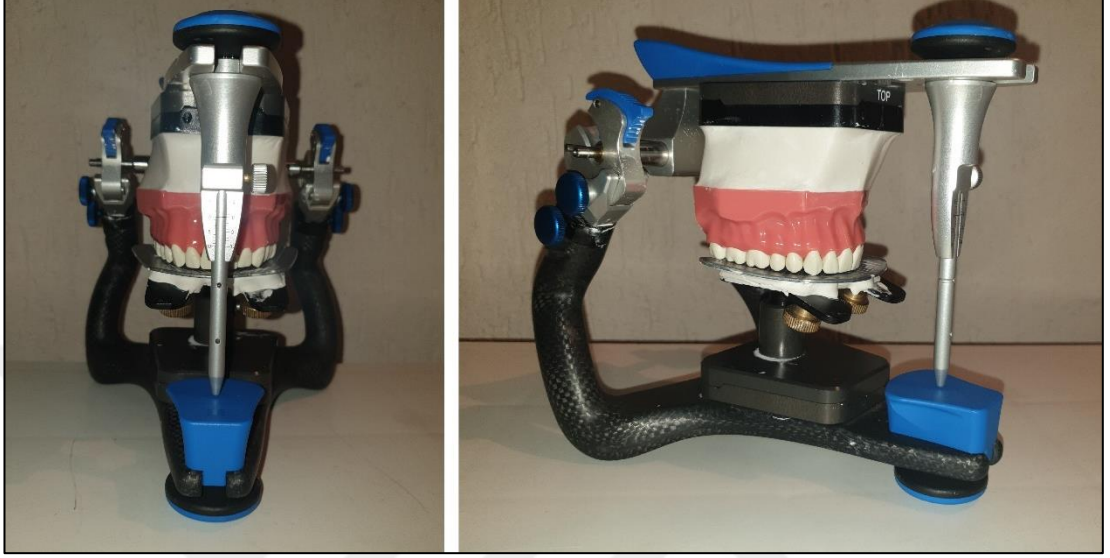


Resim 1: Fantom çalışma modeli.

3.2.1. *Ana Modelin Artikülatöre Alınması*

Çalışmamızda yarı ayarlanabilir, non-Archon tasarımlı artikülatör kullanılmıştır (Artex ct, Amann Girrbach AG, Austria). Üst çene modeli ortalama

değerlere göre ayarlanmış olan artikülatöre tip2 alçı kullanılarak sabitlenmiş (Resim 2), ardından alt çene maksimum interkaspal pozisyona getirilerek tip2 alçı ile artikülatöre sabitlenmiştir (resim 3). Artikülatörün pini maksimum interkaspal pozisyondaki vertikal boyutta sıkıştırılarak sabitlenmiştir.



Resim 2: Üst çalışma modelinin artikülatöre bağlanması.



Resim 3: Alt çalışma modelinin artikülatöre bağlanması.

3.2.2. Dişlerin preparasyonu

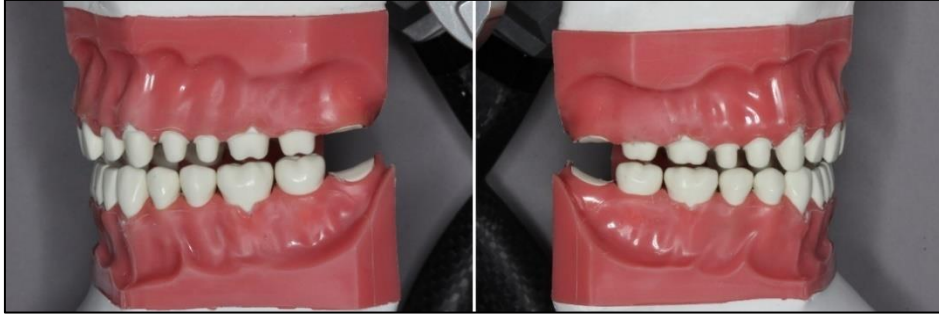
Doğal diş temaslarından kaynaklanan vertikal stop noktalarının tamamen kaybedildiği bir durumu temsil etmek adına tüm maksiller dişler prepare edilmiştir (Resim 4). Diş preparasyonu prensiplerine uyularak, 1-1,5 mm çevresel redüksiyon, 1mm genişliğinde shoulder basamak, 6-10 derecelik konverjans açısı ve 2mm okluzal

redüksiyon elde edilmeye çalışılmıştır. Daha hassas ölçüler elde edebilmek için preparasyon sonrası kalan çapaklanmalar ve frez izleri düşük grenli bitirme frezleri ve polisaj lastikleri ile giderilmiştir. Okluzal redüksiyonun kontrolü, preparasyon öncesi maksimum interkaspal pozisyonunda sabitlenen pinin sağladığı vertikal boyut dikkate alınarak karşıt dişler ile aradaki mesafenin gözlemlenmesi ile yapılmıştır.



Resim 4: Maksiller dişlerin preparasyonu.

Toplam 14 dişe preparasyon yapıp, tüm 8 numaralar servikal birleşke hizasından kesilerek uzaklaştırılmıştır. Preparasyonların bitirilmesinin ardından ölçümlerin yapılacağı işaretlemelerin konumları alt ve üst birinci molar dişlerin ve kanin dişlerin servikal dişeti bölgelerinde olacak şekilde belirlenmiştir. Döner alet kullanılarak tabanları dişlere bakan, tepe noktası apikal yönde olan 1mm derinliğinde, üçgen formlu referans noktaları oluşturulmuştur (Resim 5). Oluşturulan üçgenlerin tepe noktalarına dijital kumpasın ölçüm uçlarının tam olarak oturduğu ve tekrarlayan ölçümlerin standardizasyonu kontrol edilmiştir.



Resim 5: Ölçümlerin yapılacağı işaretlemeler.

3.3. *Ölçülerin Alınması*

Alt ve üst modellerden 2 numaralı prefabrike delikli kaşıklar kullanılarak, PVS ölçü materyali ile (Elite HD+, Zhermack SpA, Italy) putty-wash tekniği uygulanarak ölçüler alınmıştır (Resim 6). Çalışma ve polimerizasyon süreleri üretici talimatlarına göre belirlenmiştir. Polimerizasyon süresi tamamlanan ölçüler modellerden ayrılıp oluşabilecek ölçü hatalarının varlığı incelenmiş, çalışmanın güvenilirliğini etkileyecek herhangi bir duruma rastlanmamıştır. Dijital tarama hassasiyetini olumsuz etkileyebilecek olan, ölçülerin sulkuslara uzanan kısımları keskin bir bistüri yardımıyla uzaklaştırılmıştır.



Resim 6: Putty-wash tekniği ile alınmış ölçüler.

3.4. İnterokluzal Kayıtların Hazırlanması



Resim 7: Çalışmada kullanılan kapanış kayıt materyalleri.

Çalışmamızda farklı özelliklere sahip dört PVS kapanış kayıt materyali (Oclufast rock, Zhermack SpA., Italy), (Memosil2, Kulzer, Germany), (Variotime Bite, Kulzer, Germany), (Futar D, Kettenbach, Germany) ve pembe mum (Modelling Wax Pinnacle Standart, Dentsply Sirona, Australia) kullanılmıştır (Resim 7).

Tüm PVS içerikli kapanış kayıt materyalleri paketleri içerisinde çıkan otomatik karıştırma ve uygulama uçları takılarak uyumlu disperser ile (3M garant dispenser, 3M, ABD) üreticinin talimatlarına uygun oranda direkt olarak mandibular dişlerin okluzal yüzeylerine uygulanmıştır. Pin ile sabitlenen dikey boyutta artikülâtörün üst kısmı kapatılarak maksiller dişlerin materyal içerisine gömülmesi sağlanmıştır. Çalışma ve polimerizasyon süreleri üreticilerin talimatlarına uygun olarak belirlenmiş, bu süre boyunca pin ile sabitlenen dikey boyutun, materyallerin boyutsal değişikliğinden etkilenmemesi için artikülâtör üzerine 500 gram ağırlık yerleştirilmiştir. Polimerizasyonu tamamlanan materyaller modelden ayrılmıştır.

Mum içerikli kapanış kayıt materyali üreticinin talimatlarına uygun olarak bunsen brülöründe ısıtılarak istenen boyutlara getirilmiş, ardından 35-40 derecelik sıcak suda bekletilmiştir. Homojen şekilde yumuşatılan materyal vakit kaybetmeden ark formu verilerek mandibular dişlerin üzerine yerleştirilmiş, ardından üst çene pin ile sabitlenen dikey boyutta, materyal üzerine kapatılmıştır. Sertleşme süresince pin ile sabitlenen dikey boyutun, materyalin boyutsal değişikliğinden etkilenmemesi için

artikülator üzerine 500 gram ağırlık yerleştirilmiştir. Oda sıcaklığına ulaşan materyal modelden ayrılmıştır.

3.4.1. Kullanılan interokluzal kayıt materyallerinin özellikleri

Occlufast Rock interokluzal kapanış kaydı almak için geliştirilmiş PVS içerikli bir materyaldir. Tiksotrofikdir, bu özelliği uygulama alanının dışına akmasını engelleyerek uygulama kolaylığı sağlar. Isırmaya karşı hemen hiç direnç göstermez. Çalışma süresi 30 saniye, toplam polimerizasyon süresi 1,5 dakikadır. Polimerizasyonunu tamamladıktan sonra ölçülen shore A sertlik değeri 95 olarak bulunmuştur. Lila renklidir, polimerizasyon sonrası renk değişikliği göstermemektedir. Polimerizasyondan 24 saat sonra %0.05 boyutsal büzülme göstermektedir. 20 µm'ye kadar hassasiyette yüzey özelliklerini kaydedebilmektedir⁵⁵.

Memosil 2 interokluzal kapanış kaydı almak için geliştirilmiş PVS içerikli bir materyaldir. Şeffaftır ve bu özelliği hem kayıt alınırken hem de alçı modeller kayda yerleştirilirken hataların görülüp düzeltilebilmesine olanak sağlamaktadır. Çalışma süresi 30 saniye, polimerizasyon için gerekli toplam süresi 3.5 dakikadır. Polimerizasyonunu tamamladıktan sonra ölçülen shore A sertlik değeri 72 olarak bulunmuştur⁵⁶.

Variotime Bite üretici firma tarafından taranabilir PVS kapanış kayıt materyali olarak tanımlanmıştır. Yüzey yapısı ve rengi CAD/CAM sistemleri ssile optik taramaya olanak vermektedir. Çalışma süresi 30 saniye, polimerizasyon için gerekli toplam süre 1 dakikadır. Shore D sertliği 40, Shore A sertliği ise 94 ve üzeri olarak bulunmuştur⁵⁷.

Futar D interokluzal kayıtlar için geliştirilmiş PVS içerikli bir kapanış kayıt materyalidir. Üretici firma tarafından sert bir kapanış kayıt materyali gereksiniminde tercih edilebileceği belirtilmiştir. Çalışma süresi 30 saniye, toplam polimerizasyon süresi 2 dakikadır. Polimerizasyon sonrası Shore D sertlik değeri 43 olarak kaydedilmiştir. Polimerizasyondan 24 saat sonraki boyutsal büzülmesi %0.10 olarak bulunmuştur⁵⁸.

Modelling Wax modelleme mumu bitkisel ve mineral mumlar içermektedir. Oda sıcaklığında katı formda bulunmaktadır. Erime noktası 60-63°C olup tavsiye

edilen çalışma sıcaklığı 35-40°C'dir. İnterokluzal kayıt almak için ateşle ya da sıcak su ile yumuşatılarak kullanılmaktadır.

3.5. *Dijital Tarama ve Artikülatöre Alma*

Elde edilen ölçülerin ve interokluzal kayıtların dijital ortama aktarılmasında indirekt dijital tarayıcı olarak Dental Wings iSeries ölçü tarayıcı (Dental Wings, Montreal, Kanada) kullanılmıştır (Resim 8).

Dental Wings indirekt dijital tarayıcının tarama alanı 90x90x90mm boyutundadır. Ölçü tutucu kol 5 farklı ekseninde (4 rotatif, 1 translatif) hareket edebilmektedir. Alan içerisine yerleştirilen ölçünün yüzeyi çizgi formunda lazer ışını ile taranmakta, yüzeyden yansıyan lazer ışınları 2 adet yüksek çözünürlüklü kamera tarafından kaydedilmektedir⁵⁹. Cihazın tarama hassasiyeti 15 µm'dir⁶⁰. Elde edilen veriler cihazın dahili bilgisayar tarafından işlenerek 3 boyutlu model elde edilmektedir⁶¹.



Resim 8: Dental wings iseries ekstraoral tarayıcı.

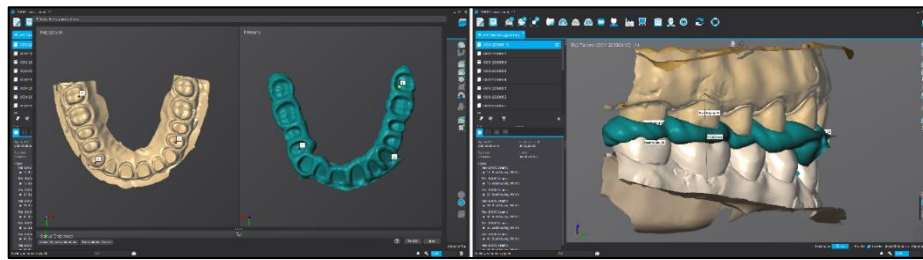
Mandibular ölçü, maksiller ölçü ve interokluzal kayıt materyali indirekt dijital tarayıcı ile taranmış, tarama verileri cihaz ile uyumlu yazılıma (DWOS 9.1, Dental Wings, Montreal, Kanada) aktarılmıştır (Resim 9). Dijital olarak oluşturulmuş alt ve üst çene modellemeleri ve interokluzal kayıt modellemesi üzerinde belirgin olarak izlenen ortak üç nokta uygulayıcı tarafından işaretlenmiş, ardından yazılım tarafından

hassas pozisyonlandırma yapılarak modeller ve kapanış kaydı ilişkilendirilmiştir. Ana modeller üzerinde önceden belirlenen referans noktaları arasındaki mesafeler yazılım dahilindeki dijital cetvel ile ölçülerek, elde edilen değerler kaydedilmiştir (Resim 10,11,12,13,14).

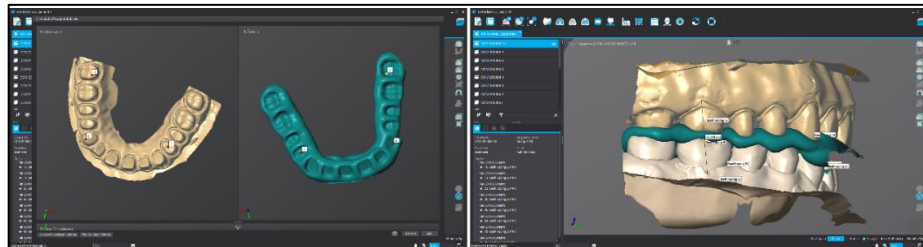
Tüm interokluzal kayıt örnekleri için aynı maksiller ve mandibular ölçü kullanılmıştır. Sadece mum ve Memosil 2 ile hazırlanan örneklere tarama için pudra uygulaması gerekli görülmüştür. Bunun dışında tüm kapanış kayıt materyalleri için tarama ve ölçüm proseleri aynen tekrarlanmıştır.



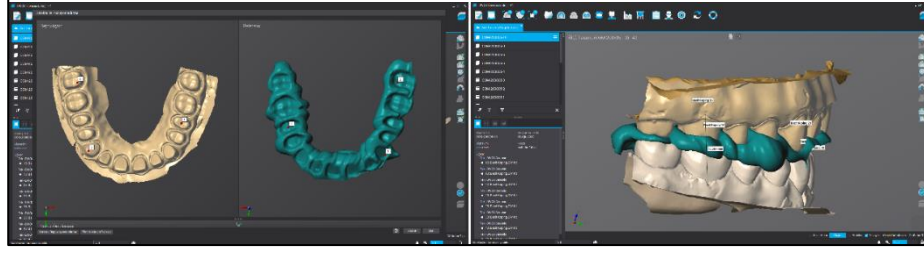
Resim 9: Silikon ölçülerin taranması.



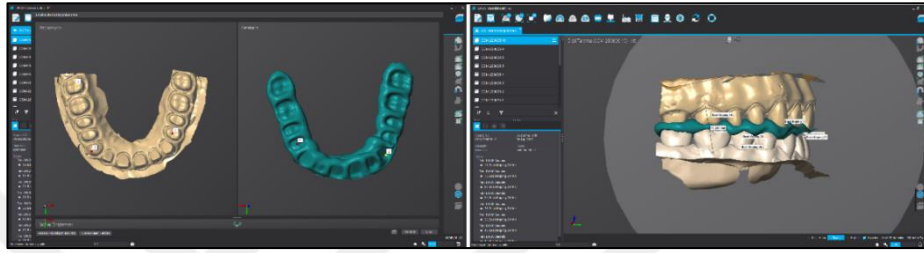
Resim 10: Occlufast Rock kapanış kayıt materyalinin taraması.



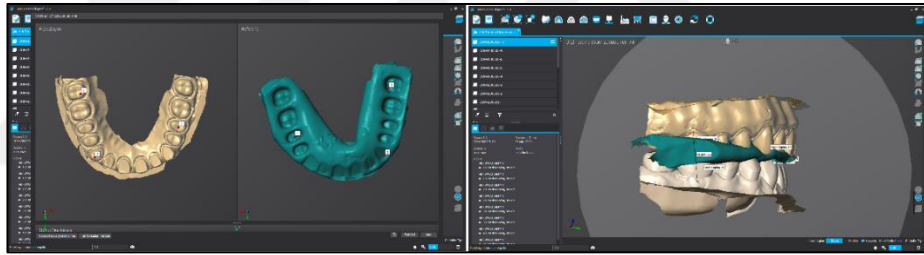
Resim 11: Memosil 2 kapanış kayıt materyalinin taraması.



Resim 12: Variotime Bite kapanış kayıt materyalinin taraması.



Resim 13: Futar D kapanış kayıt materyalinin taraması.



Resim 14: Mum kapanış kayıt materyalinin taraması.

3.6. *Model Eldesi ve Artikülatöre Alma*

Model eldesi için tip 4 alçı kullanılmıştır (Elite rock, Zhermack SpA, Italy). Üreticinin talimatları doğrultusunda 20ml su/100gr toz oranında, 60 saniye süre ile karıştırıldıktan sonra ölçüye vibrasyon uygulayarak alçı dökülmüştür. Materyalin sertleşme genişmesi 2 saatte %0,08 olarak belirtilmiştir. Üreticinin talimatlarına uygun olarak 45 dakika beklendikten sonra modeller ölçülerden dikkatlice ayrılmıştır. Elde edilen modeller gözlemlenmiş, yüzeylerinde herhangi bir düzenlemeye gerek görülmemiştir.

Plastik ana modeller artikülatörden ayrılıp sıkıştırılarak sabitlenen pin gevşetilmiştir. Alçı üst çene modeli ortalama değerlere göre ayarlanmış olan artikülatöre tip2 alçı kullanılarak sabitlenmiştir. Artikülatör, üst çene modeli aşağıya

gelecek şekilde ters çevrildikten sonra intermaksiller kayıt üst çene okluzal yüze oturtulmuştur. Alt çene modelinin okluzal yüzü interokluzal kayda oturtularak maksillo-mandibular ilişki sağlanmış, bu pozisyonda alt çene artikülatöre tip 2 alçı ile sabitlenmiştir (Resim 15,16,17,18,19). Önceden işaretlenen referans noktaları arasındaki mesafeler dijital kumpas kullanılarak ölçülmüş, bulunan ortalama değerler kaydedilmiştir (Resim 20). Sonraki tüm örnekler için sadece mandibular model artikülatörden ayrılmış, maksiller modelin artikülatöre sabitlenmesinin ardından gelen tüm aşamalar tekrar edilmiştir.



Resim 15: Occlufast Rock kapanış kayıt materyali.



Resim 16: Memosil 2 kapanış kayıt materyali.



Resim 17: Variotime Bite kapanış kayıt materyali



Resim 18: Futar D kapanış kayıt materyali.



Resim 19: Mum kapanış kayıt materyali



Resim 20: Dijital kumpasla ölçümlerin yapılması.

4. BULGULAR

4.1. *Standardize Noktalar Arası Yapılan Ölçümler*

Farklı kapanış kayıt materyalleri kullanılarak dijital ve konvansiyonel yöntemlerle kapanışa getirilen çeneler üzerinde önceden işaretlenmiş olan standardize noktalar arası ölçümlerden elde edilen verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında çift yönlü varyans analizi uygulandı ve tüm grupların ölçümlerinin başlangıç ölçümleriyle karşılaştırılmasında çoklu karşılaştırma testi olarak dunnett testi uygulandı.

Futar-D materyalinin kullanıldığı gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerle başlangıç değerleri karşılaştırıldığında, dijital yöntemle elde edilen modellerde, yalnızca 26–36 bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş, diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (tablo 2).

Memosil 2 materyalinin kullanıldığı gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerle başlangıç değerleri karşılaştırıldığında, dijital yöntemle elde edilen modellerde, 26–36 ve 23-33 bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş, diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (tablo 2).

Mum materyalinin kullanıldığı gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerle başlangıç değerleri karşılaştırıldığında, dijital yöntemle elde edilen modellerde 26–36 bölgesinde, konvansiyonel yöntemle elde edilen modellerde ise hem 26-36 bölgesinde hem 16-46 bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş, diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (tablo 2).

Occlufast Rock materyalinin kullanıldığı gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerle başlangıç değerleri karşılaştırıldığında, dijital yöntemle elde edilen modellerde, yalnızca 26–36 bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş, diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (tablo 2)



Tablo 2: Tüm bölgeler için değişkenlerin karşılaştırılması, ANOVA testi sonuçları tablosu.

	<i>DN26-36</i>			<i>DN23-33</i>			<i>DN13-43</i>			<i>DN16-46</i>		
	<u>Mean</u>	<i>SS</i>	<i>P değeri</i>	<u>Mean</u>	<i>SS</i>	<i>P değeri</i>	<u>Mean</u>	<i>SS</i>	<i>P değeri</i>	<u>Mean</u>	<i>SS</i>	<i>P değeri</i>
<i>Başlangıç</i>	16,96	0,03		20,87	0,02		20,91	0,04		15,42	0,03	
<i>FD</i>	16,46	0,19	0,000	20,60	0,31	0,130	21,19	0,27	0,087	15,34	0,27	0,884
<i>FK</i>	16,99	0,04	1,000	20,70	0,08	0,579	20,86	0,08	1,000	15,35	0,07	0,940
<i>MD</i>	16,54	0,33	0,000	20,48	0,28	0,008	20,97	0,3	0,999	15,37	0,09	0,989
<i>MK</i>	16,85	0,12	0,65	20,72	0,06	0,721	20,83	0,04	0,995	15,34	0,05	0,806
<i>WD</i>	16,66	0,26	0,004	20,65	0,66	0,309	20,85	0,62	0,999	15,24	0,21	0,067
<i>WK</i>	17,28	0,22	0,002	20,76	0,14	0,942	20,84	0,16	0,999	15,62	0,09	0,022
<i>OD</i>	16,46	0,18	0,000	20,69	0,23	0,519	20,90	0,25	1,000	15,25	0,17	0,089
<i>OK</i>	16,93	0,11	1,000	20,71	0,10	0,644	20,86	0,12	1,000	15,50	0,07	0,743
<i>VD</i>	16,54	0,23	0,000	20,41	0,17	0,001	20,93	0,24	1,000	15,37	0,22	0,986
<i>VK</i>	17,02	0,12	0,995	20,68	0,09	0,460	20,83	0,06	0,995	15,37	0,09	0,992
<i>ANOVA P değeri</i>	0,000			0,014			0,088			0,000		

□

Variotime Bite materyalinin kullanıldığı gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerle başlangıç değerleri karşılaştırıldığında, dijital yöntemle elde edilen modellerde, yalnızca 26–36 bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuş, diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (tablo 2).

Tablo 3: 95% Confidence Interval for Mean.

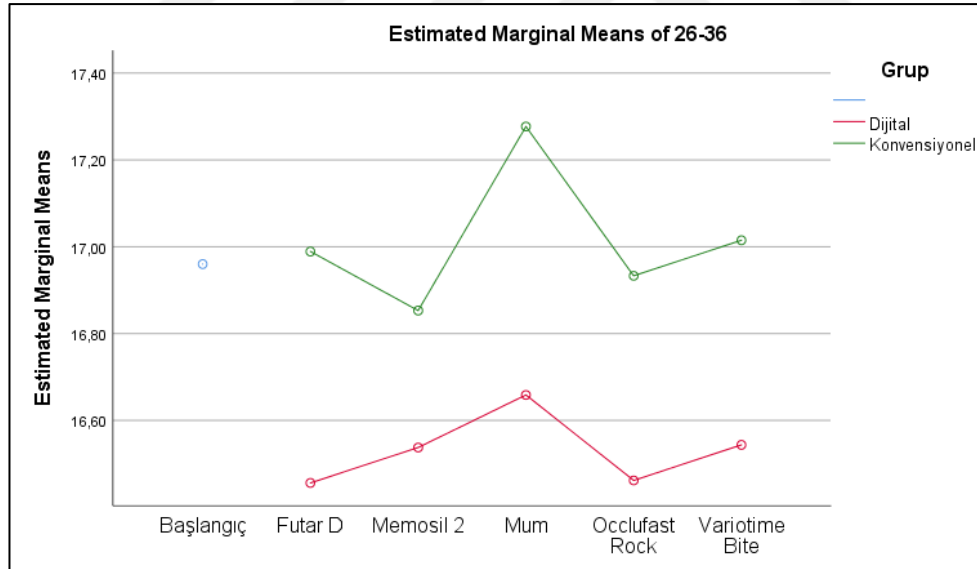
Grup	Bölge	Futar D		Memosil 2		Modelling Wax		Occlufast Rock		Variotime Bite	
		AS	ÜS	AS	ÜS	AS	ÜS	AS	ÜS	AS	ÜS
Dijital	1646	-0,27	0,12	-0,11	0,01	-0,33	-0,03	-0,29	-0,05	-0,21	0,11
	1343	0,09	0,48	-0,15	0,27	-0,51	0,38	-0,19	0,17	-0,15	0,19
	2333	-0,12	0,32	-0,22	0,18	-0,33	0,62	0,02	0,35	-0,20	0,03
	2636	-0,64	-0,37	-0,66	-0,19	-0,49	-0,11	-0,63	-0,37	-0,58	-0,25
Konvansiyonel	1646	-0,12	-0,01	-0,12	-0,05	0,13	0,27	0,03	0,13	-0,11	0,01
	1343	-0,11	0,00	-0,10	-0,05	-0,18	0,05	-0,13	0,03	-0,12	-0,03
	2333	0,14	0,25	0,18	0,26	0,16	0,36	0,13	0,28	0,11	0,24
	2636	0,00	0,06	-0,19	-0,02	0,16	0,47	-0,10	0,05	-0,03	0,14

Model artikülasyonunun doğruluğunu değerlendirebilmek için, tüm bölgelerde altın standardın 0,5 mm üzerinde ve altında, önceden kabul edilmiş yönergelere dayalı olarak eşdeğerlik sınırları belirlenmiştir^{62,63}. Yapılan ölçümler sonucu belirlenen sınırlar içerisinde yer alan ve dışında kalan ortalama değerler tablo 3'te gösterilmiştir. Sınırlar dışında kalan değerler, dijital grubun 26-36 bölgesinde yapılan ölçümlerinde yoğunlaşmıştır.

Tablo 4'te yöntem ve materyallerin ana etkilerinin birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ölçümlerin yapıldığı 4 bölgenin tümünde, dijital ve konvansiyonel yöntemlerle elde edilen değerlerin ortalamaları önemli derecede farklı bulunmuştur($p < 0,05$). Materyallerin ana etkisinin ortalaması ise sadece 20-36 bölgesinde önemli derecede farklı bulunmuştur($p < 0,05$), diğer bölgelerdeki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Yöntemler (dijital/konvansiyonel) ile materyallerin interaksiyonları sadece 16-46 bölgesinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4: Tüm bölgeler için iki faktörlü özet varyans analizi tablosu.

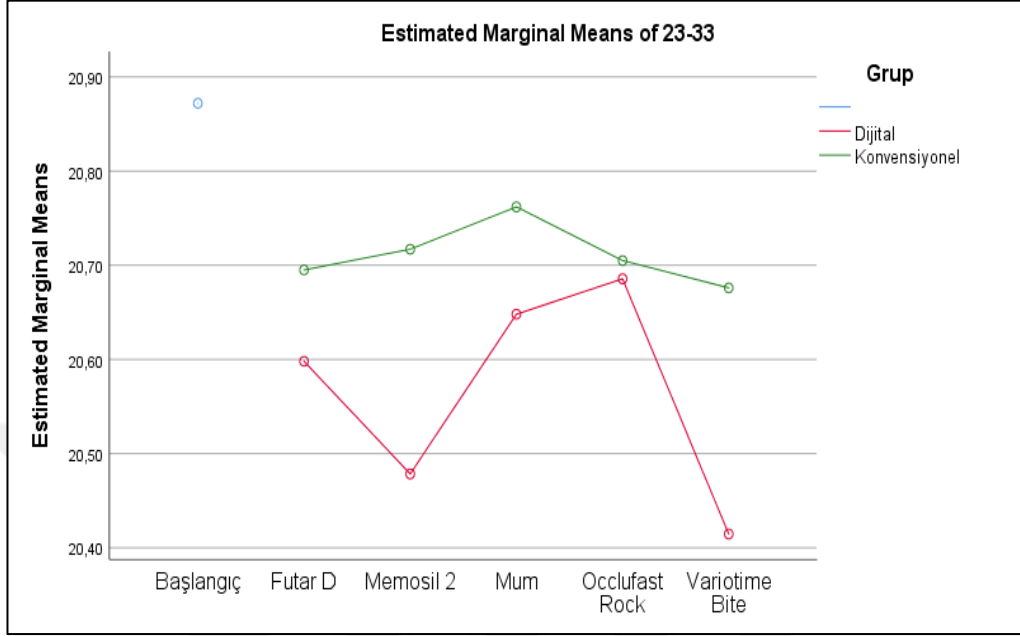
	<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Observed Power^b</i>
DN 26-36	<i>Yöntem</i>	5,805	1	5,805	165,848	0,000	1,000
	<i>Materyal</i>	1,046	4	0,261	7,470	0,000	0,996
	<i>Yöntem * Materyal</i>	0,246	4	0,061	1,757	0,144	0,520
DN 23-33	<i>Yöntem</i>	0,533	1	0,533	7,973	0,006	0,798
	<i>Materyal</i>	0,361	4	0,090	1,350	0,257	0,407
	<i>Yöntem * Materyal</i>	0,207	4	0,052	0,772	0,546	0,240
DN 13-43	<i>Yöntem</i>	0,375	1	0,375	5,785	0,018	0,663
	<i>Materyal</i>	0,391	4	0,098	1,509	0,205	0,452
	<i>Yöntem * Materyal</i>	0,345	4	0,086	1,331	0,264	0,402
DN 16-46	<i>Yöntem</i>	0,370	1	0,370	17,170	0,000	0,984
	<i>Materyal</i>	0,086	4	0,021	0,994	0,415	0,304
	<i>Yöntem * Materyal</i>	0,661	4	0,165	7,658	0,000	0,996



Şekil 5: 26-36 bölgesi interaksiyon grafiği.

Şekil 5'te gösterilen 26-36 bölgesine ait interaksiyon grafiği incelendiğinde yöntem (dijital – konvensiyonel) ile materyal grupları interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). İki yöntemin ortalamaları Futar D hariç diğer tüm

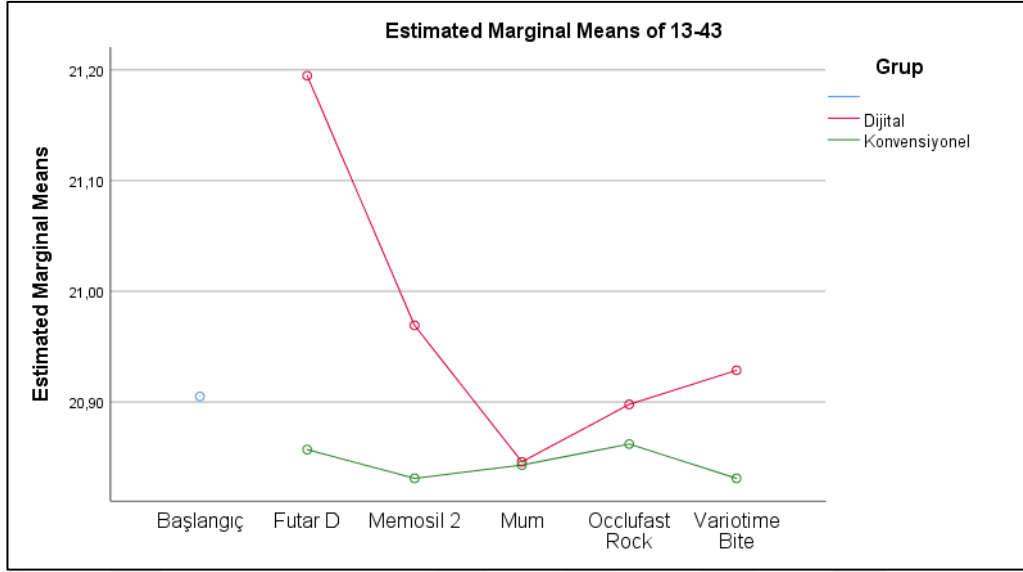
materyallerde benzer davranış göstermiş ancak gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).



Şekil 6: 23-33 bölgesi interaksiyon grafiği.

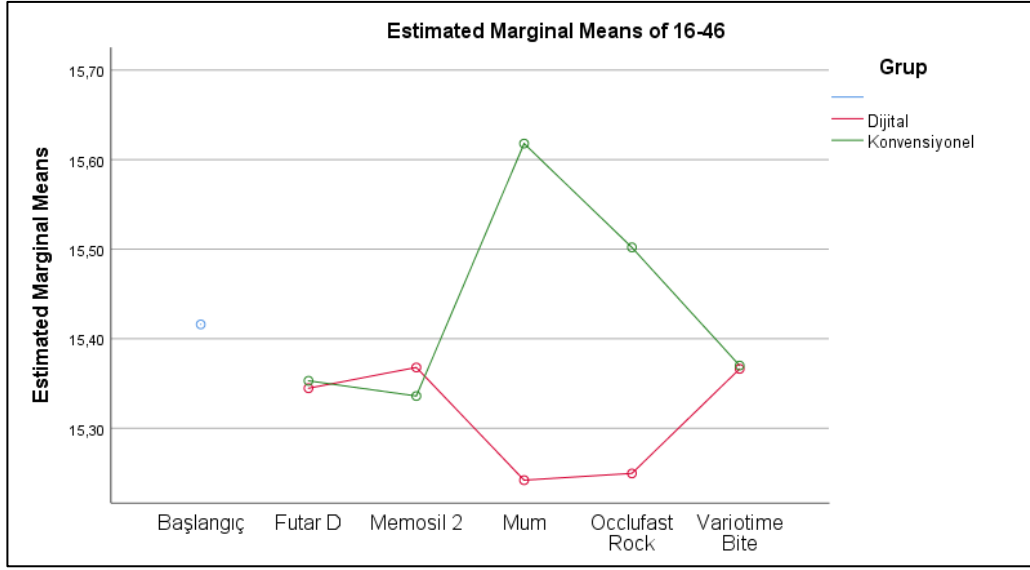
Şekil 6’da gösterilen 23-33 bölgesine ait interaksiyon grafiği incelendiğinde yöntem (dijital – konvensiyonel) ile materyal grupları interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). İki yöntemin ortalamaları tüm materyallerde paralellik göstermemiş olsa da gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde değildir ($P>0,05$).

Şekil 7’de gösterilen 13-43 bölgesine ait interaksiyon grafiği incelendiğinde yöntem (dijital – konvensiyonel) ile materyal grupları interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). İki yöntemin ortalamaları tüm materyallerde paralellik göstermemiş olsa da gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde değildir ($P>0,05$).



Şekil 7: 13-43 bölgesi interaksiyon grafiği.

Şekil 8’de gösterilen 16-46 bölgesine ait interaksiyon grafiği incelendiğinde yöntem (dijital – konvansiyonel) ile materyal grupları interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). İki yöntemin ortalamaları tüm materyalde değişken davranışlar göstermiştir ve gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($P < 0,05$). Altın standart değerine göre mum materyalinin ortalama değeri dijital grupta düşüş, konvansiyonel grupta yükselme göstermiştir. Occlufast Rock materyalinin ortalama değeri konvansiyonel grupta düşüş gösterirken, dijital grupta belirgin bir değişim göstermemiştir. Paralelliği bozarak farklılığa sebep olan diğer bir durum ise Variotime Bite materyalinin ortalamasının, dijital grupta yükselirken konvansiyonel grupta düşmesidir. Bununla birlikte diğer tüm materyaller konvansiyonel yöntemde dijital yönteme göre daha yüksek ortalama değer alırken, Memosil 2 materyali bunun tam tersi bir davranış göstermiştir. Tüm bunlar yöntem ve materyal gruplarının interaksiyonlarının önemli düzeyde olduğunu göstermektedir.



Şekil 8: 16-46 bölgesi interaksiyon grafiği.

Hazırlanan boxplot grafikler incelendiğinde, genel olarak dijital grubunda kaydedilen değerlerin konvensiyonel gruptan daha geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği ve hemen tüm bölgelerde MD grubunda kaydedilen değerlerin diğer gruplara göre daha geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği görülmektedir. Hazırlanan grafiklerde ortada altın standart değerleri, iki yanda 0,5 mm'lik güven aralıkları kırmızı devamlı ve kesikli düşey çizgilerle gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde tüm materyallerin, her iki yöntemde birden ortalama değerlerinin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı ancak ortalama dışındaki bazı değerlerin güven aralığının dışında kaldığı görülmektedir.

Şekil 9'da 26-36 bölgesinde tüm gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler, ortalama değerler, altın standart değeri ve güven aralığı değerleri bulunmaktadır. Grafik incelendiğinde dijital grubunun konvensiyonel gruptan daha düşük sonuçlar verdiği ve ortalama değerleri güven aralığı sınırları içerisinde kalsa da ölçülen değerlerin bir kısmının güven aralığının dışında kaldığı görülmektedir. Altın standarda en yakın değerlere VK, OK, MK ve FK gruplarında ulaşıldığı görülmektedir.

Şekil 10'da 23-33 bölgesinde tüm gruplarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler, ortalama değerler, altın standart değeri ve güven aralığı değerleri bulunmaktadır. Grafik incelendiğinde dijital ve konvensiyonel grup ortalamalarının

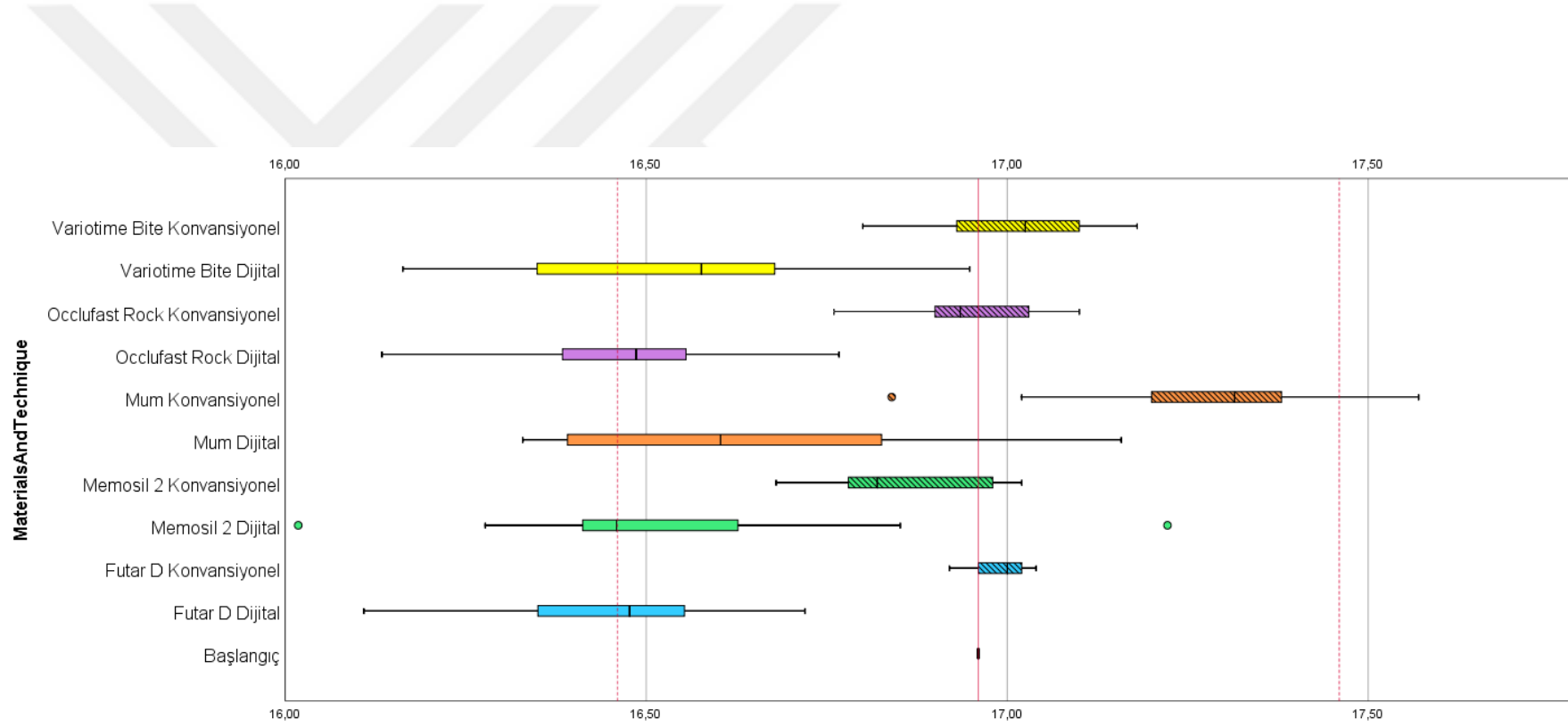
birbirine yakın değerler aldığı ancak tüm grupların altın standart değerinin altında kaldığı görölmektedir. Tüm grupların ortalama değerlerinin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı ancak VD, WD, MD, FD gruplarında kaydedilen bazı değerlerin güven aralığı dışında kaldığı görölmektedir. Diğer gruplarla kıyaslandığında, WD grubunda kaydedilen değerlerin çok geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği göze çarpmaktadır.

şekil 11’de 13-43 bölgesinde tüm gruplarda yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler, ortalama değerler, altın standart değeri ve güven aralığı değerleri bulunmaktadır. Grafik incelendiğinde tüm gruplarda kaydedilen ortalama değerlerin ve IQR değerlerinin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı gözlemlenmektedir. Tüm grupların ortalama değerlerinin, birbirlerine ve altın standart değerine yakın olduğu görölmektedir. Bu bölgede de yine WD grubunda kaydedilen değerlerin çok geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği göze çarpmaktadır.

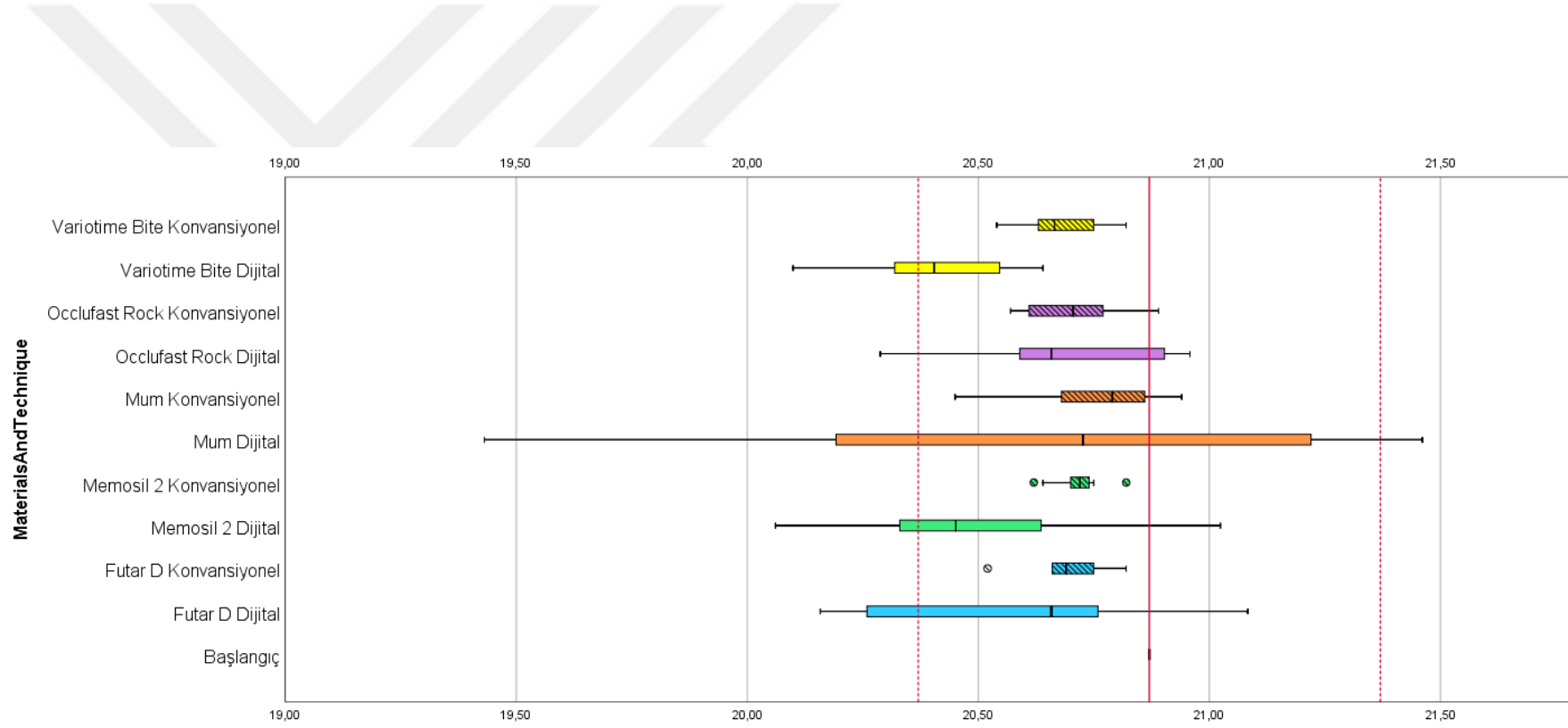
şekil 12’de 16-46 bölgesinde tüm gruplarda yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler, ortalama değerler, altın standart değeri ve güven aralığı değerleri bulunmaktadır. Grafik incelendiğinde tüm gruplarda kaydedilen tüm değerlerin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı gözlemlenmektedir. VD, WD ve FD gruplarında kaydedilen değerlerin diğer gruplara göre daha geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği gözlenmektedir.

Çalışmamızda iki farklı yöntemle incelenen materyaller arası karşılaştırmayı daha anlaşılır kılabilmek için her bir gruptaki onar örneğin 4 bölgede kaydedilen değerlerinin, ilgili bölgenin altın standart değerinden farkı mm cinsinden hesaplanarak kaydedilmiştir. Elde edilen farkların toplanması sırasında değerlerin önündeki, gömölme ve yükselme durumunu belirten + ve – işaretleri dikkate alınmadan, altın standart değerinden uzaklaşma mesafeleri toplanmış, bu şekilde elde edilen negatif ve pozitif değerlerin birbirlerini sıfırlamasının önüne geçilmiştir. Her gruptaki 10 örneğin 4 farklı bölgedeki toplam 40 ölçümünün ilgili bölgenin altın standart değerinden uzaklığı bu şekilde hesaplanarak toplanmış, elde edilen değer 40’a bölünerek her bir grup için, bir ölçümdeki ortalama altın standarttan sapma mesafesi mm cinsinden elde edilmiştir (Tablo 5).

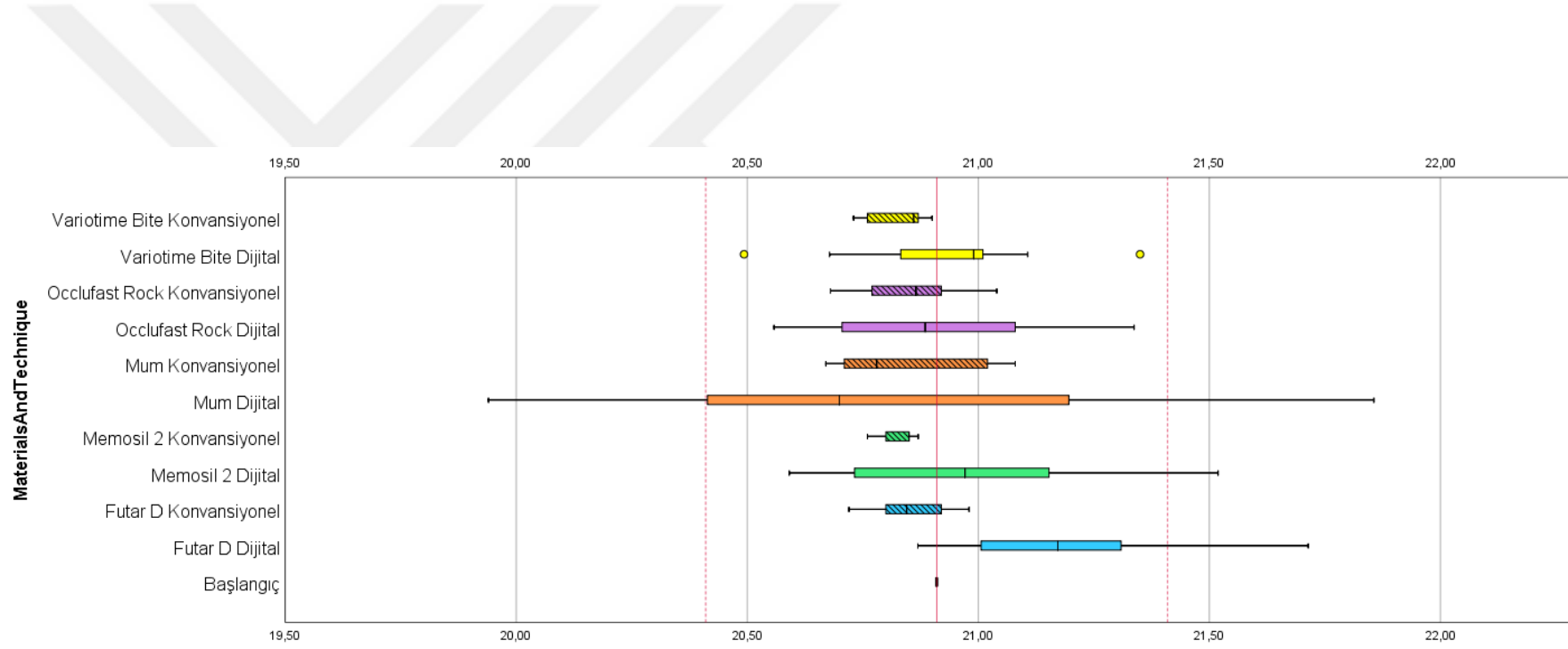
Tablo 5 incelendiğinde tüm materyallerin altın standarttan ortalama farkının dijital yöntemde konvansiyonel yöntemle göre daha fazla olduğu gör÷lmektedir. Konvansiyonel yöntemde kaydedilen en küçük ortalama fark 0,1 mm ile FK grubunda, en büyük ortalama fark ise 0,2 mm ile WK grubunda kaydedilmiştir. Konvansiyonel yöntemde materyaller arası altın standarttan ortalama fark sıralaması küçükten büyüğe doğru Futar D, Memosil 2, Variotime Bite, Occlufast Rock, Modelling Wax şeklindedir. Dijital yöntemde kaydedilen en küçük ortalama fark 0,26 mm ile VD grubunda, en büyük ortalama fark ise 0,4 mm ile WD grubunda kaydedilmiştir. Dijital yöntemde materyaller arası altın standarttan ortalama fark sıralaması küçükten büyüğe doğru Variotime Bite, Occlufast Rock, Memosil 2, Futar D, Modelling Wax şeklindedir.



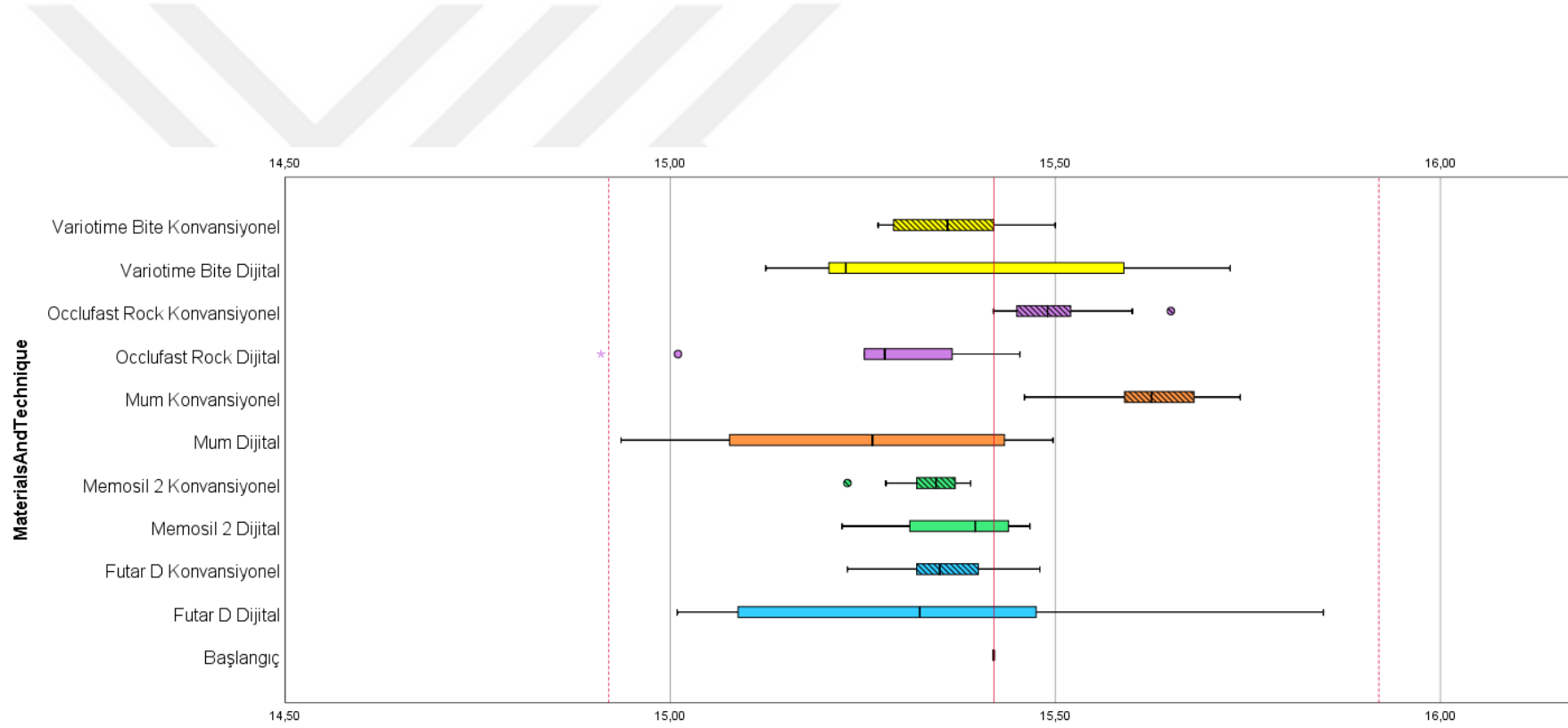
Şekil 9: 26-36 bölgesi boxplot grafiği.



Şekil 10: 23-33 bölgesi boxplot grafiği.



şekil 11: 13-43 bölgesi boxplot grafiği.



Şekil 12: 16-46 bölgesi boxplot grafiği

Tablo 5: Grupların altın standarttan toplam ve ortalama uzaklıkları.

<i>Materyaller</i>	<i>Toplam fark</i>	<i>Mean</i>
<i>FK</i>	4,114	0,102
<i>MK</i>	4,4	0,11
<i>VK</i>	4,502	0,112
<i>OK</i>	4,625	0,115
<i>WK</i>	8,176	0,204
<i>VD</i>	10,567	0,264
<i>OD</i>	10,974	0,274
<i>MD</i>	11,828	0,295
<i>FD</i>	13,491	0,337
<i>WD</i>	16,043	0,401

Değerler mm cinsinden kaydedilmiştir ve değerler küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır.

5. TARTIŞMA

İçerisinde bulunduğumuz dönemde geniş coğrafyalara yayılan ve hızlanan teknolojik gelişmeler, hayatımızın hemen tüm alanlarında etkilerini göstermektedir. Diş hekimliğinde bu gelişmeler CAD-CAM teknolojileri alanında yoğunlaşmaktadır. Bilgisayar destekli dizayn ve üretimin konvansiyonel yöntemlerle karşılaştırıldığında yeni ve çeşitli estetik materyallerin kullanıma sunulmuş olması, kalite standardizasyonu, restorasyonların tek seansta bitirilebilmesi, üretim aşamasının hızlanması ve tekrar edilebilir olması gibi pek çok üstünlüğü bulunmaktadır. Hastaya ait kişisel verilerin, intraoral dokulara ve restorasyonlara ilişkin üç boyutlu verilerin ve kullanılan materyale ait teknik verilerin dijital ortamda kaydedilip saklanabilmesi ise CAD/CAM sistemlerinin diş hekimliğindeki iş akışında yol açtığı en önemli gelişmelerden biridir⁶⁴. (Computerization and Digital Workflow in Medicine: Focus on Digital Dentistry)

Günümüzde pek çok firmaya ait, farklı teknolojilere ve iş akışlarına sahip CAD/CAM sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemlerin tarama yöntemi, tarama hassasiyeti, elde edilen veriyi işleme ve birleştirme kabiliyeti gibi pek çok özellikleri değişiklik göstermektedir. Elde edilen verinin güvenilirliği kullanılan cihaz ve yazılımına bağlı olduğu kadar, uygulayıcıya ve kullanılan materyallere de bağlı olmaktadır. Bu durum akla, konvansiyonel yöntemlerde kullanılmak üzere test edilen ölçü ve interokluzal kayıt materyallerinin dijital yöntemlerde de aynı başarıyı gösterip göstermeyeceği sorusunu getirmektedir.

Bu çalışmada amacımız CAD/CAM sistemlerinin yaygınlaşmasıyla değişmeye ve dijitalleşmeye başlayan iş akışını optimize etmek için, mevcut interokluzal kayıt materyallerinin dijital sürece uyumluluğunu değerlendirmek, aynı zamanda konvansiyonel ve dijital artikülatöre alma yöntemlerini karşılaştırmaktır. Konvansiyonel artikülatöre alma işleminde kapanış kayıt materyaline uygulanan kuvvetlerin, dijital tarama yöntemiyle ortadan kalkması sonucunda, malzemen beklenen mekanik özelliklerin değişeceğinin düşünülmektedir.

Çalışmamızda tüm maksiller dişlerin prepare edildiği bir çalışma modelinden elde edilen interokluzal kayıtlar incelenmiştir. Nagrath ve ark., dört interokluzal kayıt materyalinin sıkışma direncinin, materyal kalınlığına göre değişimini araştırdıkları

çalışmada, malzeme kalınlığı arttıkça, sıkışma miktarının da arttığı bildirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, daha kalın elastomerik interoklüzal kayıt materyallerinin daha sıkıştırılabilir olduğunu gösteren Breeding LC, Dixon DL'nin çalışmalarıyla⁶⁵ uyumluluk göstermektedir⁶⁶. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak, çalışmamızda kullanılan materyalleri ve yöntemleri zorlayıcı bir klinik senaryo ile test etmek amacıyla, tüm horizontal ve vertikal stop noktalarını kaybetmiş bir vaka tercih edilmiştir. Estetik veya fonksiyonel sebeplerle tüm dişlerin prepare edildiği vakalarda, hedeflenen vertikal boyuttaki çeneler arası ilişki kaydedilirken kalın interoklüzal kayıtlar elde edilmektedir. Bu sebeple çalışmamızda maksimum interkaspal pozisyonda artikülatöre sabitlenen çalışma modellerinin dikey boyutu, ulaşılmak istenen dikey boyut olarak pin yardımıyla kaydedilmiş ve tüm maksiller dişler prepare edilerek tarif edilene uygun bir vaka canlandırılmaya çalışılmıştır.

Çalışmamızda, hazırlanan modellerin ölçüsünün alınması için PVS ölçü materyali tercih edilmiştir. Diş hekimliğinde ölçü alma, dişlerin ve komşu yapıların anatomik ve yüzeysel detaylarının çoğaltılmasının ve laboratuvara aktarılmasının sağlandığı, bu sebeple protezlerin hazırlanmasında büyük önem arz eden bir aşamadır. PVS ölçü materyalinin boyutsal stabilitesinin ve doğruluğunun yüksek oluşu, çok iyi elastik geri dönüşüme sahip olması ve bu sebeple birden çok kez dökülebilmesi gibi üstün özellikleri pek çok çalışmada gösterilmiştir⁶⁷

Pereira ve ark. polieter, merkaptan-polisülfid, A tipi silikon ve C tipi silikon ölçü materyallerinin hassasiyetlerini inceledikleri çalışmada, farklı materyaller ile elde edilen ölçülerden üretilmiş alçı modeller üzerinde işaretli referans noktaları arasında yapılan ölçümler, ana modelin ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda A tipi silikon ölçü materyalinin boyutsal stabilite ve ölçünün doğruluğu açısından en başarılı sonuçları verdiği görülmüştür⁶⁸.

Lu ve ark. yaptıkları çalışmada, hidrofilik özellikteki 3 farklı ölçü materyalinin elastik geri dönüşüm, sıkışma dayanımı, yırtılma direnci gibi mekanik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada iki ilave silikon ve bir polieter ölçü materyali incelenmiş, mekanik özelliklerin birbirleriyle korelasyonu değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, polieter ölçü malzemeleri, ilave

silikon malzemelere kıyasla daha yüksek sıkıştırma gerilimine ve daha düşük gerilme dayanımına sahip olduğu görülmüştür⁶⁹.

Chen ve ark. aljinat, a tipi silikon ve c tipi silikon ölçü materyallerini karşılaştırdıkları çalışmada farklı saklama sürelerinde boyutsal değişime etkisini incelemiştir. Kron preparasyonunu temsilen üretilen metal çalışma modelinden ölçüler elde edilmiş, aljinat ölçüye hiç beklemeden, silikon ölçülere ise 30 dakika bekledikten sonra alçı dökülerek alçı modeller elde edilmiştir. Model eldesinin ardından ikinci parti modeller 1 saat, üçüncü parti modeller ise 24 saatlik bekleme süresinin ardından elde edilmiştir. Farklı zamanlarda elde edilen tüm modeller ana model ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda malzemeler ve saklama sürelerinin ölçülerin boyutsal değişimlerinin üzerinde önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada test edilen iki ilave silikon ölçü materyalinin diğer materyallere göre boyutsal olarak daha stabil olduğu görülmüştür. Aljinat ölçü materyali 3. Parti modellerin ölçümlerinde en kötü sonucu vermiştir. Çalışmada incelenen ölçü materyallerinin ikisi doldurucu oranları hariç tamamen aynı içeriğe sahip olup, yüksek dolduruculu materyalin düşük dolduruculu versiyona göre boyutsal olarak önemli ölçüde daha stabil olduğu görülmüştür⁷⁰.

Tüm bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak, çalışmamızda çene modellerinin ölçüsünü almak üzere, PVS ölçü materyali tercih edilmiştir.

Diş hekimliğinde indirekt restorasyonların hazırlanması amacıyla hastadan alınan en önemli kayıtlardan biri de interokluzal ilişki kayıdır. Doğru bir interokluzal kayıt alabilmek için geçmişten günümüze pek çok farklı materyal kullanılmış ve yapılan çalışmalarla bu materyallerin doğrulukları test edilmiştir. Seirawan ve ark. tarafından yapılan çalışmada çinko oksit öjenol, PVS ve iki farklı mum olmak üzere dört interokluzal kayıt materyali test edilmiştir. Horizontal ve vertikal yöndeki yer değiştirmenin test edildiği bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre çene ilişkisini doğru aktarmada PVS interokluzal kayıt materyalinin diğer materyallere göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Mum içerikli materyallerden birinin vertikal, diğerinin ise horizontal yönde hatalı kapanışa neden olduğu bildirilmiştir⁷¹.

Tejo ve ark. tarafından yapılan çalışmada polieter, PVS ve çinko oksit öjenol interokluzal kayıt materyali kullanılmıştır. Farklı zaman aralıklarında materyallerin

boyutsal kararlılığını bulmak için ADA Spesification 19 protokolüne göre testler yapılmıştır. Sonuçlara göre en iyi boyutsal kararlılığa sahip malzemenin sırayla polieter, daha sonra PVS olduğu, çinko oksit öjenolün ise polieter ve polivinil siloksana göre çok daha düşük boyutsal stabilite gösterdiği bildirilmiştir. Tejo ve ark., malzemelerin boyutsal stabilitelelerini göz önünde bulundurarak doğru kapanışı elde edebilmek için polieter ile en geç 48 saat içinde, PVS ile en geç 24 saat içinde, çinko oksit öjenol ile en geç 1 saat içinde modellerin kapanışa getirilmesi gerektiğini bildirmiştir⁷².

Tüm bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde PVS interokluzal kayıt materyallerinin, interokluzal kayıt almada diğer materyallere göre daha başarılı olduğu gibi genel bir algı oluşmaktadır. Ancak PVS içerikli materyaller için herhangi bir endüstri standardı bulunmamaktadır. Bu nedenle farklı üreticiler tarafından üretilen PVSlerin bileşimi, mikro yapısı, polimerizasyon verimliliği, sertleşme büzülmesi ve sertlik değerleri gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri büyük ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bu değişken özellikler materyallerin klinik performanslarını etkileyebilmekte ve bazı malzemeleri lazer yüzey taraması için daha uygun hale getirebilmektedir⁷³.

Wieckiewicz ve ark. yaptıkları çalışmada 13 farklı PVS interokluzal kayıt materyalini incelemiştir. Kullanılan malzemelerin hepsinin PVS olmasına rağmen, elastisite modülü ve gerilme direncinin tüm malzemeler arasında değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir. Araştırmacılar yüksek elastisite modülüne ve daha büyük gerilme direncine sahip materyallerin seçilmesinin klinik açıdan daha yararlı olabileceğini bildirmiştir⁷⁴.

Sweeney ve ark. yaptıkları çalışmada 5 farklı interokluzal kayıt materyalinin dijital modelleri kapanışa getirmedeki güvenilirliklerini incelemiş ve PVS materyallerin en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Ancak çalışmada test edilen 2 farklı PVS materyalin sonuçları da birbirlerinden önemli ölçüde farklı olduğu görülmüştür. Bu durumdan PVS materyallerin içerikleri konusunda herhangi bir standardizasyonun bulunmaması sorumlu tutulmuştur. Hangi özelliklerinin PVS materyalleri lazer ile taramaya daha uygun hale getirdiği konusunda bir yorum yapılabilmesi için farklı özelliklere ve içeriklere sahip PVS materyallerin incelenmesi gerektiği belirtilmiştir⁶².

Geçmişten günümüze yapılan bu çalışmalar değerlendirildiğinde, PVS interokluzal kayıt materyallerinin diğer materyallere göre üstün özellikler sergilediği anlaşılmaktadır. Ancak PVS materyallerin içeriğine dair herhangi bir standardizasyonun bulunmaması ve yapılan çalışmalarda farklı PVS materyallerin farklı sonuçlar vermiş olması sebebiyle çalışmamızda, piyasadaki farklı içeriklere ve fiziksel özelliklere sahip PVS materyallerin hangi özelliklerinin konvansiyonel ve dijital yöntemlerdeki başarıyı artırdığının belirlenmesi amacı güdülmüştür. Bu sebeple çalışmamızda 4 farklı PVS kapanış kayıt materyali test edilmiştir.

Çalışmamıza dahil edilen tek farklı kimyasal yapıdaki materyal ise pembe tabaka mumdur. Ülkemizde pembe tabaka mum interokluzal kayıt materyali olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Uygulama kolaylığı, herhangi bir taşıyıcı ya da karıştırıcıya ihtiyaç duyulmaması, ucuz ve ulaşılabilir oluşu bu durumdan sorumlu tutulabilir. Yaygın kullanımına tezat oluşturacak şekilde yapılan pek çok çalışmada mum içerikli materyallerin fiziksel özelliklerinin interokluzal kayıt materyallerinden beklenen özellikleri karşılayamadığı belirtilmektedir^{62,75,76}. Mum malzemeler yüksek bir termal genleşme katsayısına sahiptir ve bu da onları PVS interokluzal kayıt materyallerine göre deformasyona karşı daha duyarlı hale getirmektedir. Mum materyaller, interokluzal kayıt alınırken ısırma karşı yüksek direnç gösterirler, bu da kayıt sırasında yanlış bir kayıt almaya yol açabilmektedir⁶².

Porter yaptığı çalışmada ekstraoral tarayıcı kullanarak, mum ve PVS içerikli iki interokluzal kayıt materyalini kapanış hassasiyeti yönünden karşılaştırmış, PVS içerikli materyal ile alınan kapanışların daha doğru olduğu sonucuna ulaşmıştır. İnterokluzal kayıtlar arasındaki doğruluk farkının açıklaması olarak, mumun sıcaklık değişiminden kaynaklanan bozulmaya karşı daha duyarlı oluşunu öne sürmüştür. İnterokluzal kayıtlar arasındaki artikülasyon doğruluğundaki farkın bir diğer olası açıklamasının ise, ekstraoral tarayıcıda kullanılan lazer okuyucunun PVS materyalini daha doğru bir şekilde okuyabilmesi olabileceğini belirtmiştir⁷⁷.

Tüm bu olumsuz verilere rağmen mum interokluzal kayıt materyalinin çalışmamıza dahil edilmesinin sebebi, bu denli yaygın kullanılan bir materyalin ideal özelliklere sahip olduğu belirtilen PVS materyaller ile karşısında alacağı sonuçların klinik uygulamalara ışık tutacağı düşünülmesidir.

Çalışmamızda elde edilen ölçüler ve interokluzal kayıtlar ekstraoral dijital tarayıcı olan, Dental Wings iSeries ölçü tarayıcı (Dental Wings, Montreal, Kanada) kullanılarak taranmıştır. Dijitalleştirme ağız içi tarayıcılarla da mümkün olabilmekle beraber, seçilen vakaya uygunluğu göz önünde bulundurularak ekstraoral tarayıcı tercih edilmiştir. Su ve ark. çalışmalarında intraoral ve ekstraoral dijital tarama yöntemleri ile elde edilen ölçülerin tekrar edilebilirliklerini karşılamışlardır. Çalışmada plastik çalışma modelleri kullanılmış ve her modelde farklı konfigürasyonda preparasyonlar yapılmıştır. Tek santral diş, tek molar diş, lateral eksikliğinde santral ve kanin diş, orta hattın tek tarafındaki tüm dişler ve tüm maksiller dişlerin preparasyonu farklı modellerde yapıp, tüm modeller TRİOS intraoral dijital tarayıcı (deney grubu) ve D800 ekstraoral tarayıcı (kontrol grubu) ile taranmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda taranacak alanın büyüklüğündeki artışın, tarama hassasiyetini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. İntraoral tarayıcı ile yapılan taramalarda yarım arktan daha küçük bölgelerde kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Ekstraoral tarayıcı kullanılarak yapılan taramalar ise tüm konfigürasyonda başarılı sonuçlar vermiştir⁷⁸.

Lee ve ark. yaptıkları çalışmada farklı intraoral ve ekstraoral tarayıcıların, yüzey özelliği kaydetmedeki başarılarını ve tarama doğruluğunu karşılamışlardır. Çalışmada 4 adet implant analogu yerleştirilerek hazırlanmış bir maksiller model, iki farklı ekstraoral tarama cihazı ve 3 farklı intraoral tarama cihazı ile taranmıştır. Elde edilen tarama verileri, yüzey özelliklerini ve tarama hassasiyetini incelemek üzere analiz yazılımına (GOM Inspect, Braunschweig, Germany) aktarılmıştır.

Yapılan analizlerin sonucunda yüzey özelliği kaydetme açısından intraoral ve ekstraoral sistenler arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Tarama doğruluğunun değerlendirilmesinde tek kuadrant içerisinde yapılan ölçümlerde intraoral ve ekstraoral tarayıcılar arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir, ancak karşıt kuadrantlar arası ölçümlerde ekstraoral tarayıcılar belirgin ölçüde daha doğru sonuçlar vermişlerdir. Bu sebeple yazar tam çene taramalarında ekstraoral tarayıcı kullanımını tavsiye etmiştir⁷⁹.

İntraoral ve ekstraoral tarayıcıların karşılaştırıldıkları tüm bu çalışmalar incelendiğinde, tam çene taramalarda ekstraoral tarayıcıların daha başarılı sonuçlar

verdiği anlaşılmaktadır. Bu sebeple çalışmamızda ölçülerin dijitalizasyonu için ekstraoral tarayıcı tercih edilmiştir.

Çalışmamızdaki diğer bir amacımız, dijital ve konvansiyonel iş akışlarının doğruluğunu karşılaştırmak ve farklı interokluzal kayıt materyallerinin bu iki sistemdeki başarısını değerlendirmektir. Dijital sistemler kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başladığından beri, geleneksel yöntemlerle pek çok araştırmacı tarafından karşılaştırılmışlardır. Rutkunas ve ark. çalışmalarında dijital ve geleneksel dental implant ölçülerinin klinik doğruluğunu karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada dijital ölçü Trios IOS intraoral tarayıcı ile alınmış, konvansiyonel yöntemle alınan ölçüden elde edilen model ise D800 ekstraoral tarayıcı ile taranmış, elde edilen STL dosyaları incelenerek, implantlar arasındaki açı ve mesafe açısından geleneksel ve dijital ölçü tekniklerinin karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara incelendiğinde intraoral tarayıcı kullanılan gruptaki taranan yüzey uyumsuzluğunun konvansiyonel gruptan iki kat fazla olduğu görülmüştür. Rutkunas ve ark. elde ettikleri sonuçlar ışığında, tam ağız implant vakalarında dijital ölçü kullanılmak istendiğinde, implant üstyapılarının hekim tarafından fiziki model üzerinde kontrol edilmesini önermişlerdir⁸⁰.

Chochlidakis ve ark. çalışmalarında tam dişsiz 16 hastaya uygulanan maksillar implant destekli sabit protezlerin, dijital ve geleneksel yöntemlerle alınan ölçülerinin doğruluğunu karşılaştırmışlardır. Konvansiyonel yöntemle alınan ölçülerden elde edilen alçı modeller, ekstraoral tarayıcı ile taranarak dijital ortama aktarılmıştır. Direkt dijital yöntem ile alınan ölçülerde intraoral tarayıcı ile scan body'ler üzerinden tarama yapılmıştır. Konvansiyonel yöntem ile alınan bir ölçüden elde edilen model üzerine jig hazırlanarak pasif uyum test edilmiş, bu şekilde modelin güvenilirliği ağız içerisinde doğrulanmıştır. Elde edilen tüm görüntüler ile üst üste çakıştırılarak, farklılıklar incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre dijital tam ağız tarama ile elde edilen sabit protezlerin kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu, ancak tarama doğruluğunun dayanak sayısı artışından olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir⁸¹.

Çalışmamızda test edilen yöntemlerin ve materyallerin karşılaştırılmasında ana model üzerinde işaretlenen referans noktaları arasında yapılan ölçümler kullanılmıştır. Hayashi ve ark. yaptıkları çalışmada dijital modeller ve alçı modellerdeki maksillomandibular ilişkinin analizlerinde ölçüm yapılan noktaların

standardizasyonunun sonuçlara etkisini incelemişlerdir. Çalışmada dişler üzerine sabitlenen küçük metal kürelerin tepe noktaları referans kabul edilerek tekrar edilen ölçümler, belirli bir referans noktası olmadan tekrar edilen ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Hem dijital olarak elde edilmiş 3 boyutlu modellerin hem de konvansiyonel yöntemle elde edilmiş alçı modellerin incelendiği bu çalışmada, standardize edilmiş noktalar referans alınarak yapılan ölçümlerin diğer ölçümlere göre hem dijital hem de alçı modellerde önemli ölçüde daha güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır⁸². Fattore ve ark. çalışmalarında, farklı materyaller kullanılarak alınan interokluzal kayıtların, alçı modellerin artikülasyonun hassasiyetine etkisini incelemişler ve distorsiyonun daha sık olarak vertikal yönde gözleendiği sonucuna varmışlardır⁸³. Sweeney ve ark. dijital model artikülasyonunun doğruluğunu inceledikleri çalışmalarında, Hayashi ve ark. tarafından yapılan bu çalışmayı referans göstererek, alt ve üst çenelerde belirledikleri karşılıklı gelen noktalara elmas rond frez kullanarak işaretler hazırlamış ve ölçümlerini bu noktalar arasında gerçekleştirmişlerdir^{62,82}. Yine aynı şekilde Porter ve ark. intraoral ve ekstraoral tarayıcıların hassasiyetini karşılaştırdıkları çalışmada arklar arası ölçümlerin yapılacağı noktaları, model üzerinde rond frez kullanarak oluşturmuşlardır. Bu çalışmalarda ölçümler, oluşturulan yarım küre şeklindeki işaretlerin en derin noktaları arasından yapılmıştır⁷⁷. Tüm bu verilerden hareketle çalışmamızda oklüzyonun vertikal yöndeki doğruluğunun değerlendirilmesi için model üzerinde ölçümlerin yapılacağı referans noktaları oluşturulmuştur. Ancak bahsedilen çalışmalarda modeller direkt olarak intraoral ve ekstraoral tarayıcılarla taranmıştır. Bunun aksine çalışmamızda modeller değil, modellerden alınan ölçüler taranmış ve konvansiyonel grupta bu ölçülerden elde edilen alçı modeller kullanılmıştır. Elde edilen ölçüler ve modellerde referans noktaların daha net bir şekilde gözlenebilmesi adına, yarım küre şekilli değil, ölçü materyalinin daha kolay akabileceği üçgen şekilli referans noktaları oluşturulmuş ve ölçümler bu üçgenlerin tepe noktaları arasında yapılmıştır.

Çalışmamızdan elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kullanılan farklı yöntem ve materyallerin interokluzal ilişki kaydının doğruluğu üzerine etkisinin istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0,001$) ve farklı materyal ve yöntemlerin interokluzal kaydın doğruluğu üzerine etkisi olmadığını ön gören sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde konvansiyonel yöntem ile elde edilen tüm sonuçların dijital yöntemle elde edilen sonuçlara göre standart sapmalarının daha düşük olduğu gözlenmiştir. Dijital grupta posterior bölgelerde yapılan ölçümlerde, genel olarak altın standarda göre daha düşük değerler elde edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen kapanışların başarılı veya başarısız olarak değerlendirilebilmesi için, ölçüm yapılan 4 bölgenin altın standart değerlerinin 0,5 mm altında ve 0,5 mm üzerinde güven aralığı sınırları belirlenmiş ve bu sınırlar arasında kalan değerler başarılı olarak kabul edilmiştir. 0,5 mm'lik sınır, model artikülasyonunun doğruluğunu ölçmek için kabul edilmiş, yönerge ve benzer çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir^{62,63}. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin bir kısmı bu güven aralığı sınırlarının dışında kalsa dahi ortalama değerlerin tamamı bu aralığın içerisinde kalmıştır.

Konvansiyonel grupta 26-36 bölgesinde yapılan ölçümlerde altın standarda en yakın ortalama değer Futar D ve Occlufast Rock materyallerinde kaydedilmiştir. Bu bölgede konvansiyonel grupta yapılan ölçümlerde altın standarttan önemli ölçüde farklı sonuçlar elde edilmiş, ortalama değerler altın standart çevresinde +0,32 mm ile -0,11 mm aralığında dağılım göstermiştir. Bu bölgede konvansiyonel grupta altın standarda en uzak ortalama değer +0,32 mm ile mum materyalinde kaydedilmiştir.

Konvansiyonel grupta 23-33 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değer mum materyalinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde, tüm materyallerde birbirlerine yakın değerler kaydedilmiş, en düşük ve en yüksek değer arasındaki fark 0,08 mm olarak bulunmuştur. Ancak elde edilen ortalama değerlerin tümü en az 0,11 mm, en fazla 0,19 mm olacak şekilde altın standardın altında kalmıştır. Altın standarda en uzak değer -0,19 mm ile Variotime Bite materyalinde kaydedilmiştir.

Konvansiyonel grupta 13-43 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değer Futar D ve Occlufast Rock materyallerinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde, tüm materyallerde birbirlerine yakın değerler kaydedilmiş, en düşük ve en yüksek değer arasındaki fark 0,03 mm olarak bulunmuştur. Elde edilen ortalama değerlerin tümü en az 0,05 mm, en fazla 0,08 mm

olacak şekilde altın standardın altında kalmıştır. Altın standarda en uzak değer -0,08 mm ile Variotime Bite ve Memosil 2 materyallerinde kaydedilmiştir.

Konvansiyonel grupta 16-46 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değer Variotime Bite materyalinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde, materyaller arasında önemli ölçüde farklı sonuçlar kaydedilmiş, en düşük ve en yüksek sonuç arasındaki fark 0,28 mm olarak bulunmuştur. Altın standarda en uzak ortalama değer mum materyalinde kaydedilmiştir, materyalin ortalama değeri altın standarttan 0,2 mm daha fazla bulunmuştur.

Tüm grupların farklı bölgelerdeki ölçümlerinin gösterildiği boxplot grafikler incelendiğinde konvansiyonel grupta kaydedilen neredeyse tüm değerlerin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir. Sadece 26-36 bölgesinde, WK grubunda kaydedilen iki değer güven aralığı sınırları dışında kalmıştır ancak ortalama değer ve IQR değerleri sınırlar içerisinde.

Çalışmamızda incelenen tüm ilave silikon interokluzal kayıt materyalleri, konvansiyonel yöntemde altın standart değerine yakın sonuç vermişlerdir. Mum kapanış kayıt materyali ise ilave silikon materyallerle karşılaştırıldığında, posterior bölgelerde altın standart değerlerine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Konvansiyonel artikülatöre alma yönteminde mum içerikli kapanış kayıt materyalleriyle PVS içerikli kapanış kayıt materyallerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Eriksson ve ark. yaptıkları çalışmada iki mum, üç PVS ve bir irreversible hidrokolloid içerikli kapanış kayıt materyallerinin, sabit, HBP ve tam protezlerde interokluzal kayıtların hassasiyetine olan etkisini incelemişlerdir. Alt ve üst çene modellerinin birbirlerine göre konum değişikliklerinin 3 boyutlu olarak incelendiği çalışmada, vertikal yönde PVS içerikli materyallerin mum içerikli materyallere kıyasla önemli ölçüde daha başarılı sonuçlar verdiklerini bildirmişlerdir⁸⁴. Bu çalışmanın sonuçları ile bizim çalışmamızda WK grubundan elde ettiğimiz veriler paralellik göstermektedir.

Mum interokluzal kayıt materyalleri kayıt alınmasının ardından zaman içerisinde distorsiyona uğramakta ve bu durum kapanış kaydının doğruluğunu olumsuz yönde etkilemektedir. Materyal kalınlığının arkın farklı bölgelerindeki değişkenliği distorsiyondan sorumlu tutulabilmektedir. Kim ve ark. çalışmalarında, ağız ortamından çıkarıldıktan sonraki ısı değişiminin, ölçü materyallerinin boyutsal

stabiliteleri üzerine etkisini incelemiş ve düzgün geometrik şekilli örnekler yerine, anterior ve posterior diş preparasyonunu temsilen hazırlanmış modellerden alınan ölçüleri kullanmışlardır. Çalışmada, aynı hacimsel büzülme için, daha fazla yüzey alanının, yüzeyde daha az lineer büzülmeye sebep olacağını belirtmişlerdir. Materyal hacminin yüzey alanına oranının artması, birim yüzey alanına düşen materyal hacminin artması anlamına gelmektedir ve çalışmada anterior bölge için bu oran posterior bölgeden daha fazla bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda bu bulguya paralel olarak anterior bölgedeki büzülmenin posterior bölgedeki büzülmeden daha az bulunduğunu bildirmişlerdir⁸⁵. Bu bulgu çalışmamızda gözlemlediğimiz posterior bölgelerdeki yüksek vertikal dikey boyutu açıklar niteliktedir. Çalışmamızda bu durum belirgin olarak mum içerikli interokluzal kayıt materyalinde gözlemlenmiştir.

Mum materyallerin, uygulama öncesi ısıtılarak yumuşatılması, daha sonra ağız ortamında bu ısının 37 dereceye kadar düşmesi ve kayıt ağızdan çıkarıldıktan sonra soğutulularak sertleştirilmesi sırasındaki yüksek ısı değişimleri ve bu değişimlerin, alınan kaydın her noktasında homojen olarak gerçekleşmemesi materyalin distorsiyonuna sebep olmaktadır. Karthikeyan ve ark. yaptıkları çalışmada mum, çinkooksit öjenol ve ilave silikon içerikli interokluzal kayıt materyallerinin zaman içerisindeki boyutsal değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen verilere göre mum içerikli interokluzal kayıt materyalinde diğer materyallere oranla zaman içerisinde görülen boyutsal değişim en yüksek olarak bulunmuştur. PVS içerikli interokluzal kayıt materyalinin zaman içerisindeki boyutsal değişimi ise en düşük olarak kaydedilmiştir. Çalışmada bu durumdan, mumun termal genleşme katsayısının büyük olması ve materyalde oluşan streslerin distorsiyona sebep olması sorumlu tutulmuştur^{34,86}. Çalışmamızda her ne kadar, örneklerin hazırlanması ile ölçümlerin yapılması arasında 2 saatten kısa bir süre bulursa da bahsedilen çalışmada ilk 1 saatin sonunda yapılan ölçümlerde, mum materyalin boyutsal değişiminin PVS materyale oranla iki kat fazla olduğu görülmüştür⁸⁶. Bu sebeple çalışmamızda mum interokluzal kayıt materyalinde gözlemlenen, vertikal boyutun anterior ve posterior bölgelerdeki orantısız değişiminden, materyalin yüksek termal genleşme katsayısı ve materyalde buna bağlı gelişen distorsiyon sorumlu tutulabilir.

Çalışmamızda mum interokluzal kayıt materyali kullanılarak alçı modeller kapanışa getirilirken modellerin ark boyunca stabil bir şekilde materyale yerleşmediği,

antero-posterior yönde tahterevalli hareketi yaptığı gözlemlenmiştir. Böyle durumlarda yük anteriora uygulanarak artikülatöre sabitlenen modellerde üretilen tam ağız restorasyonların posteriorunda, tam tersi durumda ise anteriorda yüksek hazırlanmış bir restorasyon beklenmektedir.

Dijital grupta 26-36 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değer mum materyalinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde altın standarttan önemli ölçüde farklı sonuçlar elde edilmiş, ortalama değerlerin tümü en az 0,3 mm, en fazla 0,5 mm olacak şekilde altın standardın altında kalmıştır. Altın standarda en uzak değer -0,5 mm ile Occlufast Rock ve Futar D materyallerinde kaydedilmiştir.

Dijital grupta 23-33 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değer Occlufast Rock materyalinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde altın standarttan önemli ölçüde farklı sonuçlar elde edilmiş, ortalama değerlerin tümü en az 0,18 mm, en fazla 0,46 mm olacak şekilde altın standardın altında kalmıştır. Altın standarda en uzak değer -0,46 mm ile Variotime Bite materyallerinde kaydedilmiştir.

Dijital grupta 13-43 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değer Occlufast Rock materyalinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde altın standarttan önemli ölçüde farklı sonuçlar elde edilmiş, ortalama değerler altın standart çevresinde +0,28 mm ile -0,06 mm aralığında dağılım göstermiştir. Altın standarda en uzak değer +0,28 mm ile Futar D materyallerinde kaydedilmiştir.

Dijital grupta 16-46 bölgesinde yapılan ölçümler incelendiğinde altın standarda en yakın ortalama değerler Memosil 2 ve Variotime Bite materyallerinde kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde altın standarttan önemli ölçüde farklı sonuçlar elde edilmiş, ortalama değerlerin tümü en az 0,05 mm, en fazla 0,18 mm olacak şekilde altın standardın altında kalmıştır. Altın standarda en uzak değer -0,18 mm ile mum materyalinde kaydedilmiştir.

Tüm grupların farklı bölgelerdeki ölçümlerinin gösterildiği boxplot grafikler incelendiğinde dijital grubun sağ tarafta (16-46,13-43) daha başarılı değerler elde ettiği görülmektedir. 16-46 bölgesinde dijital gruptan elde edilen tüm değerler güven aralığı sınırlarında kalmıştır. 13-43 bölgesinde dijital gruptan elde edilen tüm IQR değerleri

güven aralığı sınırlarında kalmıştır. Ancak 23-33 ve 26-36 bölgelerinde tüm ortalama değerler güven aralığı sınırları içerisinde kalmış olsa da dijital gruptan elde edilen IQR değerlerinin bir kısmı güven aralığı dışında kalmıştır. Konvansiyonel gruplar bölgelere göre incelendiğinde ise böyle bir paternle karşılaşılmamıştır. Bu da bu durumun materyal grubundan değil, yöntem hassasiyetinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Porter ve ark.'nın intraoral ve ekstraoral tarayıcıların kapanış hassasiyetine etkisini inceledikleri çalışmada sol molar bölgede, iki ekstraoral ve bir intraoral tarayıcı grubunda, güven aralığı sınırları dışında kalan ve diğer bölgelere göre altın standart değerine daha uzak olan değerler kaydetmişlerdir⁷⁷. Çalışmamızda kullandığımız ekstraoral tarayıcı interokluzal ilişki kaydını arkın sağ tarafından başlayarak taramaktadır. Her ne kadar ekstraoral tarayıcılar kullanılarak gerçekleştirilen tam ark taramalarındaki distorsiyon olasılığının intraoral tarayıcılardan düşük olduğu bilirse de yapılan çalışmalarda ölçülerin ve modellerin tarama hassasiyeti değerlendirilmiştir^{77-79,81}. Çalışmamızda ise elde ettiğimiz ölçü taramalarında herhangi bir sorunla karşılaşılmazken, interokluzal kayıt taramalarında kuadrantın sağ yarısının yüzey ayrıntısının kuadrantın sol yarısına oranla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Kapanış hassasiyetinin sağ tarafta sol tarafa göre çok daha başarılı sonuçlar vermesinin bu durumdan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, konvansiyonel grupta kaydedilen vertikal boyut hassasiyetinin, dijital grupta kaydedilen değerlere göre üstünlüğü açıkça görülmektedir. Dijital gruptaki tüm materyallerde ve tüm bölgelerde kaydedilen ölçümler, konvansiyonel gruptaki karşılık gelen ölçümlerden daha geniş bir aralıkta dağılım göstermiştir. Dijital yöntemin hassasiyetinin konvansiyonel yöntemle göre düşük oluşunun birden çok sebebi olabilir. Tarafımızca bu sebeplerden birinin cihazın tarama hassasiyetiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Daha önceden de belirtildiği üzere, elde edilen dijital kapanış kaydında, kuadrantın sol yarısının yüzey ayrıntısı yetersiz bulunmuştur. Her taramadan önce cihazın aks ve lazer ışını kalibrasyonları tekrarlanmış olsa dahi istenen hassasiyet elde edilememiştir. Bu durumun, kapanış ve modellerin bir araya getirildiği aşamada da hassasiyet kaybına sebep olduğu düşünülmektedir. Tüm bunlar sağ kuadrantın sol kuadranttan daha güvenilir sonuçlar vermesini açıklamaktadır. Ancak sadece sağ kuadrantta kaydedilen sonuçlar incelendiğinde dahi konvansiyonel yöntemin dijital yöntemle kıyasla daha

hassas sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu durumun sadece bölgeler arası tarama hassasiyeti farkı ile açıklanması mümkün değildir. Yapılan ölçümlerde yöntemler arasında vertikal boyutta gözlenen belirgin hassasiyet farkının, modeller ve kapanış kaydının bir araya getirildiği aşamalardaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Konvansiyonel yöntemde uygulayıcı, alçı modellerin interokluzal kayıt materyaline oturmasını hissedebilmektedir ve materyal modeller arasında fiziksel bir engel oluşturarak modelleri sınırlamaktadır. Uygulayıcının modelleri sıkıştırabileceği maksimum mesafeyi materyalin sıkıştırılabilirliği ve plastik deformasyona dayanıklılığı belirlemektedir. Bu sebeple konvansiyonel yöntemde materyalin sıkışma direnci ve plastik deformasyona karşı dayanımı büyük önem arz etmektedir. Öte yandan dijital yöntemde modellerin birbirine yaklaşmasına engel olabilecek herhangi bir fiziksel sınır yoktur ve doğru artikülasyon tamamen tarayıcının tarama hassasiyetine ve kullanılan best fit algoritmasının yüzeyleri eşleştirmedeki başarısına bağlı olmaktadır.

Çalışmamızda dijital ve konvansiyonel yöntemlerin hassasiyet ve güvenilirliğinin karşılaştırılmasının yanında, farklı materyallerin de hassasiyet ve güvenilirliklerinin birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde tüm grupların 4 bölgede kaydedilen ortalama değerlerinin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı görülmüştür. Ancak sadece ortalama değerlere bakılarak materyallerin başarılı olup olmadığı konusunda kesin bir kaniye varmak mümkün değildir. Örneğin WD grubu ortalama değerler dikkate alındığında tüm bölgelerde başarı göstermiş ve 26-36 bölgesinde dijital grupta diğer materyallere göre altın standarda en yakın sonucu vermiştir. Ancak standart sapma değerlerine ve box plot grafiklerdeki değer dağılımına bakıldığında, WD grubunda kaydedilen değerler, dijital gruptaki diğer materyallere kıyasla çok daha geniş bir aralıkta dağılım göstermiştir ve bu durum materyalin güvenilirliği konusunda şüphe uyandırmaktadır. Bununla birlikte çalışmamızda arkın 4 farklı noktasından ölçümler yapılmış ve kullanılan materyaller, ortalama değerlerinin altın standarda yakınlığı göz önünde bulundurularak sıralanmak istendiğinde, 4 bölgede de farklı sıralamalar elde edilmiştir. Bu sebeple bölge ayrımı gözetilmeksizin hazırlanan ve sadece gruplara ait ortalama değerlerin değil, ölçülen tüm değerlerin dahil edildiği Tablo 5 ile materyaller arası karşılaştırmayı kolaylaştırmak amaçlanmıştır.

Altın standarttan ortalama farkların gösterildiği Tablo 5 incelendiğinde, konvansiyonel yöntemin dijital yöntemden daha üstün sonuçlar verdiği görülmektedir. Konvansiyonel yöntemde en büyük ortalama fark 0,2 mm ile WK grubunda, dijital yöntemde ise en küçük ortalama fark 0,26 mm ile VD grubunda kaydedilmiştir. Konvansiyonel yöntemde PVS içerikli materyallerde kaydedilen sonuçların birbirlerine oldukça yakın olduğu, mum içerikli materyal ile elde edilen sonuçların ise PVS grubundan uzak kaldığı görülmektedir. Dijital yöntemde kaydedilen sonuçlar incelendiğinde ise gruplar arası farklılıkların daha belirgin olduğu görülmektedir. Sweeney ve ark. çalışmalarında farklı interokluzal kayıt materyallerinin model artikülasyonunun hassasiyetine etkisini incelemişler ve materyalden bağımsız olarak dijital yöntemle kaydedilen tüm değerlerin altın standart değerinden belirgin ölçüde uzak olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında sadece dijital yönetime yer verilmiş olmasına rağmen, bu alanda kaydettiğimiz sonuçların benzerlik gösterdiğini düşünmekteyiz⁶².

Futar D materyali altın standarttan ortalama farklılık sıralamasında konvansiyonel yöntemdeki en başarılı materyal iken dijital yöntemde aynı başarıyı gösterememiştir (Tablo 5). Materyalin konvansiyonel yöntemdeki başarısı fiziksel özellikleriyle açıklanabilmektedir. Materyalin shore D sertlik değeri 63 olup sıkıştırmaya karşı oldukça dirençlidir ve yüzey ayrıntısını kaydetmede başarılıdır⁵⁸. Çalışmada kullanılan PVS materyallerden Futar D ve Occlufast Rock benzer fiziksel özelliklere sahiptirler ve bu durum konvansiyonel yöntemde gösterdikleri yakın performansı desteklemektedir⁵⁵. Ancak dijital yöntemde benzer fiziksel ve kimyasal özellikleri olan materyallerden uzak sonuçlar kaydedilmiştir. Bu durum cihazın tarama hassasiyetinin yetersizliğinden kaynaklanmış olabileceği gibi, materyalin renginin cihazın lazer ışınının rengi ile uyumsuz olabileceği de bir diğer muhtemel sebep olarak düşünülmektedir.

Memosil 2 materyali çalışmadaki PVS içerikli interokluzal kayıt materyallerinden biri olup fiziksel ve optik özellikleri diğerlerinden oldukça farklıdır. Materyalin shoreA sertlik değeri 72 olup, diğer PVS materyallere göre oldukça düşüktür⁵⁶. Polimerizasyon sonrası düşük sertlik derecesi ve yüksek sıkıştırılabilirlik konvansiyonel yöntemde interokluzal kayıt materyallerinde istenmeyen bir özelliktir. Ancak tablo 5 incelendiğinde Memosil 2 materyalinin konvansiyonel yöntemde diğer

PVS materyallerle benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu durumun, alçı modelleri kapanışa getirme sırasında materyalin şeffaf oluşunun, uygulayıcının kontrolünü artırmasıyla açıklanabileceği düşünülmektedir. Materyalin şeffaf olmasının olumsuz yanı ise dijital tarama cihazında taranmasını olanaksız kılmasıdır. Bu sebeple MD grubunun taranmasında pudra kullanılmıştır. Çalışmamızda dijital tarama grubunda Memosil 2 materyali, pudra kullanılmayan diğer PVS materyallerle benzer sonuçlar vermiştir (Tablo 5). Alghazzawi ve ark. yaptıkları çalışmada pudra kullanımının tarama hassasiyetine etkisini incelenmişler, pudralı ve pudrasız örneklerin tarama hassasiyetleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir⁸⁷.

Variotime Bite kapanış kayıt materyali dijital grupta altın standart değerinden ortalama farklılık sıralamasında 0,26 mm ile altın standarda en yakın sonuç veren materyal olmuştur (Tablo 5). Variotime Bite lazer ile taramaya uygun olarak üretilmiş bir interokluzal kayıt materyalidir. Materyal polimerizasyon sonrası mat bir görünüme sahip olmaktadır ve bu özelliği tarama esnasında yüzeyden yansıyan lazer ışınlarının, cihazın kamera reseptörleri tarafından kolaylıkla algılanmasını sağlamaktadır. Tarama esnasındaki hareketlerin kapanış kaydının titremesine ve bu durumun da taramada hatalara sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu durumun önüne geçilebilmesi için kullanılan materyalin rijit yapıda olması gerekmektedir. Variotime Bite kapanış kayıt materyali 94 shore A sertlik değerine sahiptir ve polimerizasyon sonrası oldukça rijit bir hale gelmektedir⁵⁷. Materyalin dijital yöntemdeki başarısı bu özellikleri ile açıklanabilmektedir. Bununla birlikte materyal, konvansiyonel yöntemde de diğer PVS materyallerle benzer, başarılı sonuçlar vermiştir (tablo 5). Dişler üzerine uygulandığında kapanmaya karşı minimum direnç göstermesi ve polimerizasyon sonrası yüksek sertlik seviyesine ulaşması konvansiyonel uygulama için interokluzal kayıt materyallerinden beklenen fiziksel özelliklerdir ve Variotime Bite kapanış kayıt materyali her ne kadar dijital taramaya uygun olarak tasarlanmış olsa da fiziksel özellikleri bu gereksinimleri karşılayacak niteliktedir. Ancak materyalin çalışmada kullanılan diğer PVS interokluzal kayıt materyallerine göre daha rijit olduğu gözlemlenmiştir. Bu özelliği sebebiyle polimerize olan kayıtlar dişlerden ayrılırken zorluk yaşanmış ve elde edilen kayıtlardan ikisi dişlerden ayrılma aşamasında kırıldığı için yenilenmiştir.

Occlufast Rock kapanış kayıt materyali iki yöntemde de diğer materyallerle kıyaslandığında başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür (Tablo 5). Kullanılan materyaller arasında polimerizasyon sonrası sertlik seviyesi en yüksek materyaldir ve fiziksel özellikleri açısından Futar D materyaliyle benzerlik göstermektedir^{55,58}. İki materyalin konvansiyonel yöntemdeki performansları benzerlik göstermektedir ancak dijital yöntemde OD grubunun daha başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Bu durumun materyallerin optik özelliklerinin farklı oluşundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Modelling Wax hem dijital hem de konvansiyonel yöntemde altın standart değerine en uzak ortalama değerlerin kaydedildiği materyal olmuştur (Tablo 5). Porter ve ark. yaptıkları çalışmada intraoral ve ekstraoral tarayıcıların modelleri kapanışa getirme hassasiyetlerini karşılaştırmışlardır ve ekstraoral grupta biri mum diğeri PVS içerikli iki farklı interokluzal kayıt materyali kullanmışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre mum içerikli materyalin, daha fazla bölgede 0,5mm'lik sınırların dışında kalan sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu bulgu çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir⁷⁷. Benzer şekilde Sweeney ve ark. yaptıkları çalışmada 3 farklı PVS ve 2 farklı mum içerikli interokluzal kayıt materyalinin dijital modellerin artikülasyonunun hassasiyeti üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda PVS içerikli materyallerin mum içerikli materyallere kıyasla interokluzal kayıt almada önemli derecede daha başarılı bulunduğu belirtilmiştir⁶².

Mum içerikli interokluzal kayıt materyallerinin fiziksel özelliklerinin çene ilişkisini kaydetmek için uygun olmadığını bildiren yukarıda bahsedilenler gibi pek çok yayın bulunmaktadır^{34,70,85,86}. Buna rağmen ülkemizde interokluzal kayıtlar için sıklıkla tercih edilen bu materyallerin dijital iş akışına uygunluğunu test ettiğimiz çalışmamızda elde edilen sonuçlar geçmişte yapılan çalışmalarla paralellik göstermiştir. Yapılan çalışmalarda materyalin konvansiyonel yöntemdeki başarısızlığının sebebi olarak boyutsal stabilitesinin yetersiz oluşu ve zaman içerisinde distorsiyona uğraması gösterilmektedir. Yaptığımız çalışmada WK grubunda elde ettiğimiz sonuçlar da bu fiziksel özellikler ile açıklanabilmektedir. Öte yandan WD grubunda elde ettiğimiz sonuçlar diğer tüm gruplardan daha geniş bir aralıkta dağılım göstermiş ve altın standarda en uzak ortalama değer bu grupta kaydedilmiştir. Modelling Wax materyalinin dijital yöntemdeki başarısızlığının sebepleri arasında

yine boyutsal stabilite ve distorsiyon gibi özellikleri sayılabilir. Bununla birlikte kullanılan dijital tarama cihazının yazılımı ölçünün taranmasıyla elde edilen dijital model ile interokluzal kaydın taranmasıyla elde edilen dijital interokluzal kaydın yüzeylerinin birbirleriyle karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Diğer materyallerle kıyaslandığında, mum interokluzal kayıt materyalinden elde edilen dijital modellemedeki yüzey ayrıntısının yetersizliği gözle görülür seviyededir ve bu durumun çalışmamızda WD grubunda kaydedilen tutarsız sonuçların en önemli sebeplerinden biri olduğu düşünülmektedir. WD grubunda lazer ile tarama yapabilmek için pudralama gereksinimi duyulmuştur. Ancak hem Alghazzawi ve ark.'nın yaptıkları çalışmaya, hem de çalışmamızda bir diğer pudra uygulanan MD grubundan elde edilen sonuçların başarısına dayanarak pudralama işleminin materyalin başarısızlığı üzerine kayda değer bir etkisinin olmadığını düşünmekteyiz⁸⁷.

Çalışmamızın bulguları klinik açıdan değerlendirildiğinde konvansiyonel artikülatöre alma yönteminin dijital artikülatöre alma yönteminden daha güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür. Dijital yöntem, elimine ettiği aşamalar ve dolayısıyla önüne geçilebilecek uygulayıcı hataları göz önünde bulundurulduğunda umut vadetmektedir ve konvansiyonel yöntemden daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir; ancak bunun gerçekleşebilmesi için cihaz ve yazılımın geliştirilmesi gerekmektedir.

Çalışmamızda PVS materyallerin mum materyale üstünlüğü açıkça görülmektedir. Bununla birlikte yapılan ölçümlerde farklı PVS materyaller arasında, özellikle dijital yöntemde belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır. PVS materyallerden elde edilen değerler arasındaki ilişkinin, konvansiyonel ve dijital yöntemlerde farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılığın dijital yöntemin sadece fiziksel değil, materyalin optik özelliklerinden de etkileniyor oluşundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu görüşün desteklenebilmesi için farklı tarama teknolojileri kullanan ekstraoral dijital tarama cihazlarının karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Literatürdeki bazı çalışmalarda konvansiyonel ve dijital yöntemlerin karşılaştırılmasında, konvansiyonel yöntemle elde edilen alçı model ve kapanışlar ekstraoral tarama cihazıyla taranarak ölçümleri yapılmış ve ağız içi tarama ve ölçü tarama ile elde edilen dijital modeller ile aynı platformda karşılaştırılmıştır^{81,88}. Bu

şekilde ölçüm yönteminde bir standardizasyon yakalanmaya çalışılmıştır. Ancak alçı modellerin ekstraoral tarayıcı ile taranması yarı dijital olarak da tanımlanan ve günümüzde laboratuvarların çok sıklıkla kullandığı bir yöntem olup tarayıcının hassasiyetinin de eşitliğe katıldığı bir yöntemdir. Bu sebeple çalışmamızdaki yöntemlere ilaveten yarı dijital yöntemin de dahil edildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızın limitasyonları tek bir tarama cihazının kullanılması, dijital yöntem, konvansiyonel yöntem ve ana modelde tek bir standart ölçüm aracının kullanılmıyor oluşu, ana modelden alınan ölçünün hassasiyetinin değerlendirmeye dahil edilmemesi, çalışmanın in-vitro şartlarda gerçekleştirilmesi olarak sıralanabilir.



6. SONUÇLAR

Dijital ve konvansiyonel artikülatöre alma yöntemleri kullanılarak farklı kapanış kayıt materyallerinin hassasiyet ve güvenilirliğinin değerlendirildiği bu çalışmanın sınırları dahilinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- 1- Aynı interokluzal kayıt materyalleri için dijital ve konvansiyonel artikülatöre alma yöntemlerinde, önemli derecede farklı sonuçlar elde edildiği görüldü.
- 2- Konvansiyonel yöntemde dijital yönetime göre daha başarılı sonuçlar elde edildi.
- 3- Dijital yöntemde ölçüm yapılan bölgeler arasında belirgin farklılık olduğu, kapanıştaki hata miktarının arkın sağ ucundan sol ucuna doğru ilerledikçe arttığı görüldü.
- 4- Konvansiyonel yöntemde PVS materyallerde, ölçüm yapılan bölgeler arasında anlamlı bir fark bulunmadı.
- 5- Konvansiyonel yöntemde mum materyalde posterior ölçümlerde artış görüldü.
- 6- Konvansiyonel yöntemde tüm PVS materyallerde altın standart değerine benzer uzaklıkta sonuçlar kaydedildi.
- 7- Dijital yöntemde altın standarda en yakın ortalama değer VD grubunda kaydedildi.
- 8- Dijital yöntemde PVS interokluzal kayıt materyalleri arasında belirgin farklılıklar olduğu ve elde edilen altın standarda yakınlık sıralamasının iki yöntemde farklı olduğu görüldü.
- 9- Dijital yöntemde altın standarda en uzak ortalama değer WD grubunda kaydedildi.
- 10- Mum interokluzal kayıt materyalinin iki yöntemde de en başarısız sonuçları verdiği görüldü.

Son olarak belirtmek gerekir ki, laboratuvar şartlarında, in-vitro olarak gerçekleştirdiğimiz çalışmamızın sonuçlarından yola çıkarak, yazılımsal ve donanımsal geliştirmelerle tam dijital yöntem istenen noktaya ulaşana kadar

konvansiyonel yöntem geçerliliğini sürdürdüğü söylenebilir. İnterokluzal kayıt materyallerinden beklenen en önemli özelliklerden biri de ısırma karşı minimum direnç gösterimi olup, bu değişkenin de karşılaştırmaya dahil edilebilmesi için gerekmektedir. Materyal karşılaştırmasında daha güvenilir klinik bilgilere ulaşabilmek için bu konunun yapılacak in-vivo çalışmalarla desteklenmesi gerektiği kanaatindeyiz.



7. ÖZET

Farklı Kapanış Kayıt Materyalinin Hassasiyet ve Güvenilirliğinin, Konvansiyonel Artikülatöre Alma ve Dijital Artikülatöre Alma Teknikleri Kullanılarak Değerlendirilmesi

ÖZET:

Bu tez çalışmasının farklı interokluzal kayıt materyalleri kullanılarak, konvansiyonel ve dijital artikülatöre alma yöntemlerinin klinik başarısını değerlendirmek ve farklı materyallerin iki yöntemdeki performanslarını karşılaştırmaktır.

Çalışmada 5 farklı interokluzal kayıt materyalinin, 2 farklı artikülatöre alma yöntemi kullanılarak incelemek üzere 10 grup oluşturuldu: VK (Variotime Bite*Konvansiyonel yöntem), FK (Futar D* Konvansiyonel yöntem), MK (Memosil 2* Konvansiyonel yöntem), OK (Occlufast Rock,* Konvansiyonel yöntem), WK (Modelling Wax* Konvansiyonel yöntem), VD (Variotime Bite*Dijital yöntem), FD (Futar D* Dijital yöntem), MD (Memosil 2* Dijital yöntem), OD (Occlufast Rock,* Dijital yöntem), WD (Modelling Wax* Dijital yöntem).

Ana model üzerinde arkın 4 farklı bölgesinde işaretlenmiş olan noktalar arası mesafeler ölçüldü ve bulunan değerler altın standart değeri olarak kaydedildi. Ölçümler ana modelde ve konvansiyonel yöntemde dijital kumpas, dijital yöntemde ise dijital ölçüm aracı kullanılarak yapıldı. Deney gruplarından elde edilen değerler altın standart değerleriyle karşılaştırıldı. İstatiksel değerlendirme için iki yönlü ANOVA, çoklu karşılaştırma testi olarak ise Dunnett testi uygulandı.

Çalışmanın sonuçlarına göre, konvansiyonel yöntemin dijital yönteme göre tüm materyallerde daha güvenilir sonuçlar verdiği görüldü ($p < 0,05$). Tüm grupların ortalama değerlerinin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı ancak ölçülen değerlerden bazılarının güven aralığı sınırlarının dışına çıktığı görüldü. Konvansiyonel yöntemde tüm PVS materyallerin birbirlerine yakın ve başarılı sonuçlar verdiği ($p > 0,05$), mum materyalin ise altın standarda en uzak ortalama değeri verdiği görüldü.

Dijital yöntemde en büyük standart sapma mum materyalinde kaydedildi. Altın standarttan ortalama farkı en küçük materyal Variotime Bite, en büyük materyal ise Modelling Wax olarak kaydedildi.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre, konvansiyonel yöntemin dijital yönetime, PVS interokluzal kayıt materyallerin mum interokluzal kayıt materyaline karşı üstün olduğu söylenebilir. Ancak daha kesin yargılar için yöntemlerin karşılaştırılmasının farklı ekstraoral tarama cihazların kullanıldığı çalışmalarla, materyallerin karşılaştırılmasının ise in-vivo çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: İnterokluzal kayıt materyali, ekstraoral tarama, dijital artikülasyon.

Evaluation of the Precision and Reliability of Different Bite Registration Materials Using Conventional Articulating and Digital Articulating Techniques

SUMMARY

The aim of this in-vitro study is to evaluate the clinical success of conventional and digital articulators using different interocclusal recording materials and to compare the performance of different materials in two methods.

In the study, 10 groups were formed to evaluate 5 different interocclusal recording materials using 2 different articulation methods: VK (Variotime Bite * Conventional method), FK (Futar D * Conventional method), MK (Memosil 2 * Conventional method), OK (Occlufast Rock. , * Conventional method), WK (Modeling Wax * Conventional method), VD (Variotime Bite * Digital method), FD (Futar D * Digital method), MD (Memosil 2 * Digital method), OD (Occlufast Rock, * Digital method), WD (Modeling Wax * Digital method).

The distances between points, marked in 4 different regions on the main model were measured and the values found were recorded as gold standard values. Measurements were made using a digital caliper in the main model and in the conventional method; and using a digital measurement tool in the digital method. The values obtained from the experimental groups were compared with the gold standard values. Two-way ANOVA was used for statistical evaluation and Dunnett's test was used as a multiple comparison test.

According to the results of the study, it was observed that the conventional method gave more reliable results in all materials compared to the digital method ($p < 0.05$). It was observed that the mean values of all groups remained within the confidence intervals, but some of the measured values exceeded the confidence interval. In the conventional method, it was observed that all PVS materials gave close and successful results ($p > 0.05$), while the wax material gave the farthest average value to the gold standard.

In the digital method, the largest standard deviation was recorded in the wax material. The smallest mean difference from the gold standard was recorded in Variotime Bite and the largest in Modeling Wax.

According to the results we obtained from our study, it can be said that the conventional method is superior to the digital method and PVS interocclusal recording materials are superior to the wax interocclusal recording material. However, for more precise judgments, the comparison of the methods should be supported by studies using different extraoral scanning devices, and the comparison of materials should be supported by in-vivo studies.

Keywords: Interocclusal recording material, extraoral scanning, digital articulation.

8. KAYNAKLAR

1. Duminil, G. *Occlusion*. (Espace ID, 2016).
2. McHorris, W. H. Centric relation: defined. *J Gnathol.* **5**, 5–21 (1986).
3. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J. Prosthet. Dent.* **117**, e1–e105 (2017).
4. Shillingburg, H. T. & Sather, D. A. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. (Quintessence Pub., 2012).
5. Çalikkocaoğlu, S. *Dişsiz hastaların protetik tedavisi: klasik tam protezler*. (Quintessence, 2013).
6. Rosenstiel, S. F. & Land, M. F. *Contemporary Fixed Prosthodontics - E-Book*. (Elsevier Health Sciences, 2015).
7. Palaskar, J. N., Murali, R. & Bansal, S. Centric relation definition: a historical and contemporary prosthodontic perspective. *J. Indian Prosthodont. Soc.* **13**, 149–154 (2013).
8. Hanau, R. L. Occlusal Changes in Centric Relation**Read before the Section on Full Dentures at the Midwinter Clinic of the Chicago Dental Society, Jan. 15, 1929. *J. Am. Dent. Assoc.* **16**, 1903–1915 (1929).
9. Niswonger, M. E. The Rest Position of the Mandible and the Centric Relation. *J. Am. Dent. Assoc.* **21**, 1572–1582 (1934).
10. Thompson, J. R. The Rest Position of the Mandible and Its Significance to Dental Science. *J. Am. Dent. Assoc.* **33**, 151–180 (1946).
11. Robinson, M. J. Centric position. *J. Prosthet. Dent.* **1**, 384–386 (1951).
12. Orthlieb, J.-D. *et al.* Myostabilized centric relation. *Int. J. Stomatol. Occlusion Med.* **4**, 87–94 (2011).

13. McCollum, B. B. Factors that Make the Mouth and Teeth a Vital Organ**Read before the Midwinter Clinic of the Chicago Dental Society, Jan. 27, 1927. *J. Am. Dent. Assoc.* **14**, 1261–1271 (1927).
14. Okeson, J. P. *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion - E-Book.* (Elsevier Health Sciences, 2019).
15. Long Jr., J. H. Location of the terminal hinge axis by intraoral means. *J. Prosthet. Dent.* **23**, 11–24 (1970).
16. Kantor, M. E., Silverman, S. I. & Garfinkel, L. Centric-relation recording techniques—a comparative investigation. *J. Prosthet. Dent.* **28**, 593–600 (1972).
17. Yasaki, M. The height of the occlusion rim and the interocclusal distance. *J. Prosthet. Dent.* **11**, 26–31 (1961).
18. Shanahan, T. E. J. Physiologic jaw relations and occlusion of complete dentures. *J. Prosthet. Dent.* **91**, 203–205 (2004).
19. Myers, M. L. Centric relation records—Historical review. *J. Prosthet. Dent.* **47**, 141–145 (1982).
20. Long, J. H. Locating centric relation with a leaf gauge. *J. Prosthet. Dent.* **29**, 608–610 (1973).
21. Dawson, P. E. Temporomandibular joint pain-dysfunction problems can be solved. *J. Prosthet. Dent.* **29**, 100–112 (1973).
22. Lucia, V. O. A technique for recording centric relation. *J. Prosthet. Dent.* **14**, 492–505 (1964).
23. Schlosser, R. O. Methods of Securing Centric Relation and Other Positional Relation Records in Complete Denture Prosthesis. *J. Am. Dent. Assoc.* **28**, 17–25 (1941).

24. Greene, J. W. *Greene Brothers' Clinical Course in Dental Prosthesis in Three Printed Lectures: New and Advanced-test Methods in Impression, Articulation, Occlusion, Roofless Dentures, Refits and Renewals*. (Detroit Dental Manufacturing, 1916).
25. Schuyler, C. H. Intra-Oral Method of Establishing Maxillomandibular Relation**Read before the Section on Full Denture Prosthesis at the Seventy-Third Annual Session of the American Dental Association, Memphis, Tenn, Oct. 22, 1931. *J. Am. Dent. Assoc.* **19**, 1012–1021 (1932).
26. Boos, R. H. Centric relation and functional areas. *J. Prosthet. Dent.* **9**, 191–196 (1959).
27. Hanau, R. L. Why is centric relation once established not retained subsequently? *Chicago Northwest. Univ. Dent. Sch. Libr.* (1929).
28. Wright, W. H. Use of Intra-Oral Jaw Relation Wax Records in Complete Denture Prosthesis. *J. Am. Dent. Assoc.* **26**, 542–557 (1939).
29. Boucher, C. O. The current status of prosthodontics. *J. Prosthet. Dent.* **10**, 411–425 (1960).
30. Phillips, G. P. Fundamentals in the Reproduction of Mandibular Movements in Edentulous Mouths**Read before the Section on Full Denture Prosthesis at the Seventh International Dental Congress, Philadelphia, Pa., Aug. 23, 1926. *J. Am. Dent. Assoc.* **14**, 409–415 (1927).
31. Dawson, P. E. Centric relation. Its effect on occluso-muscle harmony. *Dent. Clin. North Am.* **23**, 169—180 (1979).
32. Freilich, M. A., Altieri, J. V & Wahle, J. J. Principles for selecting interocclusal records for articulation of dentate and partially dentate casts. *J. Prosthet. Dent.* **68**, 361–367 (1992).
33. Mullick, S. C., Stackhouse, J. A. & Vincent, G. R. A study of interocclusal

- record materials. *J. Prosthet. Dent.* **46**, 304–307 (1981).
34. Pai, S. A., Gopan, K., Ramachandra, K., Gujjar, S. B. & Karthik, K. Interocclusal recording materials: A review. *J. Adv. Clin. Res. Insights* **6**, 119–122 (2019).
 35. Prasad, B. R., Prasad, A. & Mehra, D. Interocclusal records in prosthodontic rehabilitations-Materials and techniques-A literature review. *J. Heal. Allied Sci. NU* **2**, 54–60 (2012).
 36. Baraban, D. J. Establishing centric relation and vertical dimension in occlusal rehabilitation. *J. Prosthet. Dent.* **12**, 1157–1165 (1962).
 37. Skurnik, H. Accurate interocclusal records. *J. Prosthet. Dent.* **21**, 154–165 (1969).
 38. Berman, M. H. Accurate interocclusal records. *J. Prosthet. Dent.* **10**, 620–630 (1960).
 39. Powers, J. M. & Wataha, J. C. *Dental Materials - E-Book: Foundations and Applications*. (Elsevier Health Sciences, 2015).
 40. Shanahan, T. E. J. & Leff, A. Interocclusal records. *J. Prosthet. Dent.* **10**, 842–848 (1960).
 41. Saluja, B. & Mittal, D. Interocclusal records in fixed prosthodontics. *Indian J. Oral Sci.* **4**, 120 (2013).
 42. Millstein, P. L. & Hsu, C.-C. Differential accuracy of elastomeric recording materials and associated weight change. *J. Prosthet. Dent.* **71**, 400–403 (1994).
 43. KÜMBÜLOĞLU, Ö. & TÜRK, A. G. Geçmişten Günümüze Ölçü Maddeleri ve Yöntemleri. *Türkiye Klin. Protetik Diş Tedavisi-Özel Konular* **4**, 51–56 (2018).
 44. Craig, R. G. Review of dental impression materials. *Adv. Dent. Res.* **2**, 51–64

- (1988).
45. O'Brien, W. J. *Dental Materials and Their Selection*. (Quintessence Publishing Company, 2002).
 46. CAN, G. & AYDOĞ, Ö. Protetik Uygulamalarda Konvansiyonel Ölçü Yöntemleri. *Türkiye Klin. Protetik Diş Tedavisi-Özel Konular* **4**, 7–16 (2018).
 47. Birnbaum, N. S., Aaronson, H. B., Stevens, C. & Cohen, B. 3D digital scanners: a high-tech approach to more accurate dental impressions. *Insid. Dent.* **5**, 70–74 (2009).
 48. Brandestini, M. & Moermann, W. H. Method and apparatus for the three-dimensional registration and display of prepared teeth. (1989).
 49. Ting-shu, S. & Jian, S. Intraoral digital impression technique: a review. *J. Prosthodont.* **24**, 313–321 (2015).
 50. Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A. & Mäkyänen, A. Recent advances in dental optics—Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt. Lasers Eng.* **54**, 203–221 (2014).
 51. El-Hakim, S. F., Beraldin, J. A. & Blais, F. Comparative evaluation of the performance of passive and active 3D vision systems. in *Digital Photogrammetry and Remote Sensing'95* vol. 2646 14–25 (International Society for Optics and Photonics, 1995).
 52. Pawley, J. *Handbook of biological confocal microscopy*. vol. 236 (Springer Science & Business Media, 2006).
 53. Minsky, M. Microscopy apparatus. (1961).
 54. Lee, K.-M. Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. *Prog. Orthod.* **19**, 6 (2018).
 55. Zhermack Occlufast Rock Instruction.

- https://www.zhermack.com/public/uploads/Occlufast_Rock_IFU.pdf.
56. Kulzer Memoreg 2/Memosil 2 Instructions.
https://www.kulzer.com/media/webmedia_local/downloads_new/further_products_2/memoreg_memosil_1/GBA_Memoreg_Memosil_INT.pdf.
57. Kulzer Variotime Bite Instructions.
https://www.kulzer.com/media/webmedia_local/downloads_new/variantime_6/variantime_bite/GBA_Variotime_Bite_int_eeu.pdf.
58. Kettenbach Dental Futar Instructions. https://www.kettenbach-dental.com/fileadmin/Products/Futar/Futar_D/Documentation/Instructions_for_Use_Futar.pdf.
59. iseries. <https://xyzdental.com.au/dental-wings-i-series/>.
60. Gibelli, D. *et al.* Application of 3D models of palatal rugae to personal identification: hints at identification from 3D-3D superimposition techniques. *Int. J. Legal Med.* **132**, 1241–1245 (2018).
61. Turkuaz Dental iSeries Teknik Veriler.
https://www.turkuazdental.com/download/pdf/DW_iS_SpecSheet_2015-03-04.pdf.
62. Sweeney, S., Smith, D. K. & Messersmith, M. Comparison of 5 types of interocclusal recording materials on the accuracy of articulation of digital models. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **148**, 245–252 (2015).
63. Okunami, T. R. *et al.* Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **131**, 51–56 (2007).
64. Tallarico, M. Computerization and Digital Workflow in Medicine: Focus on Digital Dentistry. (2020).

65. Breeding, L. C. & Dixon, D. L. Compression resistance of four interocclusal recording materials. *J. Prosthet. Dent.* **68**, 876–878 (1992).
66. Nagrath, R., Lahori, M., Kumar, V. & Gupta, V. A comparative study to evaluate the compression resistance of different interocclusal recording materials: an in vitro study. *J. Indian Prosthodont. Soc.* **14**, 76–85 (2014).
67. Terry, D. A., Leinfelder, K. F., Lee, E. A. & James, A. The impression: A blue print to restorative success. *Int Dent SA* **8**, 12–21 (2006).
68. Pereira, J. R., Murata, K. Y., Valle, A. L. do, Ghizoni, J. S. & Shiratori, F. K. Linear dimensional changes in plaster die models using different elastomeric materials. *Braz. Oral Res.* **24**, 336–341 (2010).
69. Lu, H., Nguyen, B. & Powers, J. M. Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *J. Prosthet. Dent.* **92**, 151–154 (2004).
70. Chen, S. Y., Liang, W. M. & Chen, F. N. Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials. *J. Dent.* **32**, 603–609 (2004).
71. Seirawan, M. K. *et al.* A clinical comparative study of four interocclusal recording materials. *Int. J. Oral Care Res.* **7**, 30 (2019).
72. Tejo, S. K., Kumar, A. G., Kattimani, V. S., Desai, P. D. & Nalla, S. A comparative evaluation of dimensional stability of three types of interocclusal recording materials-an in-vitro multi-centre study. *Head Face Med.* **8**, 1–9 (2012).
73. Hatzi, P., Tzakis, M. & Eliades, G. Setting characteristics of vinyl-polysiloxane interocclusal recording materials. *Dent. Mater.* **28**, 783–791 (2012).
74. Wieckiewicz, M., Grychowska, N., Zietek, M. & Wieckiewicz, W. Evaluation of the elastic properties of thirteen silicone interocclusal recording materials. *Biomed Res. Int.* **2016**, (2016).

75. Ghazal, M., Ludwig, K., Habil, N., Kern, M. & Habil, D. Evaluation of vertical accuracy of interocclusal recording materials. *Quintessence Int. (Berl)*. **39**, (2008).
76. Ghazal, M. & Kern, M. Influence of loading forces on the vertical accuracy of interocclusal records. *Quintessence Int. (Berlin, Ger. 1985)* **41**, e31–e35 (2010).
77. Porter, J. L., Carrico, C. K., Lindauer, S. J. & Tüfekçi, E. Comparison of intraoral and extraoral scanners on the accuracy of digital model articulation. *J. Orthod.* **45**, 275–282 (2018).
78. Su, T. & Sun, J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J. Prosthodont. Res.* **59**, 236–242 (2015).
79. Lee, S. J., Kim, S.-W., Lee, J. J. & Cheong, C. W. Comparison of Intraoral and Extraoral Digital Scanners: Evaluation of Surface Topography and Precision. *Dent. J.* **8**, 52 (2020).
80. Rutkunas, V., Gedrimiene, A., Adaskevicius, R. & Özcan, M. Comparison of the Clinical Accuracy of Digital and Conventional Dental Implant Impressions. *Eur. J. Prosthodont. Restor. Dent.* (2020).
81. Chochlidakis, K. *et al.* Digital Versus Conventional Full-Arch Implant Impressions: A Prospective Study on 16 Edentulous Maxillae. *J. Prosthodont.* **29**, 281–286 (2020).
82. Hayashi, K. *et al.* Influence of standardization on the precision (reproducibility) of dental cast analysis with virtual 3-dimensional models. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **147**, 373–380 (2015).
83. Fattore, L., Malone, W. F., Sandrik, J. L., Mazur, B. & Hart, T. Clinical evaluation of the accuracy of interocclusal recording materials. *J. Prosthet. Dent.* **51**, 152–157 (1984).

84. Öckert-Eriksson, G., Eriksson, A., Lockowandt, P. & Eriksson, O. Materials for interocclusal records and their ability to reproduce a 3-dimensional jaw relationship. *Int. J. Prosthodont.* **13**, (2000).
85. Kim, K., Lee, J., Kim, K. & Shin, S. Dimensional changes of dental impression materials by thermal changes. *J. Biomed. Mater. Res. An Off. J. Soc. Biomater. Japanese Soc. Biomater. Aust. Soc. Biomater. Korean Soc. Biomater.* **58**, 217–220 (2001).
86. Karthikeyan, K. Comparative evaluation of dimensional stability of three types of interocclusal Recording materials: An Invitro study. (2006).
87. Alghazzawi, T. F. *et al.* Effect of imaging powder and CAD/CAM stone types on the marginal gap of zirconia crowns. *J. Am. Dent. Assoc.* **146**, 111–120 (2015).
88. Chochlidakis, K. M. *et al.* Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J. Prosthet. Dent.* **116**, 184–190 (2016).